



NORGES GEOLOGISKE UNDERSÖGELSE

Salten og Ranen,

med særligt hensyn til

de vigtigste jernmalm- og svovlkis-kobberkis-forekomster

samt

marmorlag.

Mit einem Resumé in deutscher Sprache.

Af

J. H. L. Vogt.

Med 6 plancher og 9 i teksten aftrykte tegninger.



Kristiania.

I kommission hos H. Aschehøng & Co.

1891.

Pris kr. 1.00.

3.00

Norges geologiske undersøgelse. [3.]

Praktisk-geologiske undersøgelser

af

Nordlands amt.

Af

J. H. L. Vogt.

I.



Christiania.

A. W. Brøgers bogtrykkeri.

1890.

Salten og Ranen,

med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og
svovlkis-kobberkis-forekomster

samt

marmorlag.

Af

J. H. L. Vogt.



Christiania.

A. W. Brøgers bogtrykkeri.

1890.

64/249

55(481)

Indledning.

Paa opdrag af „Norges geologiske undersøgelse“ har jeg i den forløbne sommer (1889) foretaget en studiereise til Nordland, dels for saavidt muligt at give overblik over egnenes geologiske bygningsled og dels for at levere praktisk-geologisk beskrivelse over de vigtigste ertsforekomster og marmorlag. Paa grund af de store vidder og den korte tid (6—7 uger), som det var mig mulig at afse, kunde undersøgelserne paa langt nær ikke finde sted i saa omfattende udstrækning, som ønskelig maatte være; det væsentligste arbeide blev derfor koncentreret paa Salten-distriktet (partiet Næverhaugen til Sulitjelma, fig. 1, 50—55 kilometer regnet fra V til O), hvor jeg ialt opholdt mig ca. 4 uger; Dunderlands-feltet (planche VI, 50 kilom. fra Bosmo til Dunderland gaard) kunde jeg kun afse omkring en uge, og et besøg i Svenningdalen (Vefsen) var saa kort, at jeg ikke ser mig istand til at give en tilstrækkelig udtømmende beskrivelse over det der optrædende udstrakte gangfelt; jeg faar derfor for dette distrikts vedkommende indskrænke mig til at henvise til ældre redegørelser (literatur side 9).

Det topografiske grundlag over partiet Salten—Ranen er som bekendt høist mangelfuldt; kun det første trianguleringsnet er færdig¹⁾, og af trykte karter foreligger, naar undtages kyst-

¹⁾ Længere nord er derimod trianguleringen videre fremskreden, og mod syd, i Vefsen, er optagelsen af rektangelkart (1:100,000) allerede paabegyndt.

karterne, som jeg aldrig havde brug for, da mine reiser blot førte mig til de indre dele af landet, kun

P. A. Munchs „Kart over det nordlige Norge“ (1853), maalestok 1:700,000¹⁾ og

P. Nissens „Reisekart over det nordlige Norge“ (1887), maalestok 1:800,000. — Af en privatmand, hvem jeg herved sender min forbindtligste tak, fik jeg mig udlaant en kopi af et oversigtskart (maalestok 1:100,000) over kystkonturerne af den indre del af Skjærstad- og Foldenfjordene; desværre var den indbyrdes beliggenhed mellem fjordene ikke angivet, saa jeg her maatte hjælpe mig efter bedste skjøn. Videre fik jeg mig tilfældigvis overladt til afbenyttelse en kopi af en kartskitse over Langvand i Vattenbygden og over elvedraget fra Langvand til Øvrevand, desuden et kart over en del af Næverhaug-feltet (partiet Hals- og Hummelvand til Jordbro), forresten har jeg ved udarbeidelsen af kartskitsen fig. 1 selv maattet konstruere de topografiske linjer, tildels ved kompas-peilinger, fornemmelig dog uden videre efter øiemaal. — Oversigtskartet over Dunderlands-feltet er forstørret gjengivelse efter *Munchs* og *Nissens* karter, suppleret ved mine egne korrektioner; de topografiske angivelser fremtræder her med beskedne fordringer paa nøiagtighed.

Ogsaa i geologisk henseende danner nordre og søndre Helgeland et af de mindst undersøgte felter i hele Norges land; den af professor *Dr. Th. Kjerulf* ledede geologiske undersøgelser over det sydlige Norge stansede som bekjendt ved grænsen mellem Trondhjems og Tromsø stift, og den utrættelige forsker af det nordlige Norges geologi, *K. Pettersen* i Tromsø, har kun behandlet strækningerne nord for Salten- og Skjærstadfjordene.

Spredte bidrag til kjendskaben til Helgelands fjeldbygning forefindes dog i en række publikationer, særlig reiseskildringer, fra den første halvdel af aarhundredet, nemlig:

¹⁾ Naar det erindres, at detaillerne ved dette mærkelige kart fornemmelig er baserede paa oplysninger, indhentede gennem lensmand, foged osv., maa man forbauses over dets nøiagtighed.

G. Wahlenberg. Berättelse om Mätningar och Observationer för at bestämma Lappska Fjällens Höid och Temperatur vid 67 Graders Polhöid. Stockholm 1808. — Omhandler Salitjelma.

L. von Buch. Reise durch Norwegen und Lappland. Berlin 1810. — Særlig „Reise von Drontheim nach Finmarken“, side 237—486.

Vargas Bedemar. Reise nach dem Hohen Norden durch Schweden, Norwegen und Lappland. In 1810, 1811, 1812 und 1814. Frankfurt 1819. — Særlig „Helgelands Vogtey, Saltens Vogtey“, B. 2, side 39—78.

R. Everest. A journey through Norway, Lappland and part of Sweden. London 1829. — Særlig reisen Trondhjem—Tromsø, side 24—53, og det geologiske afsnit side 275—339.

S. C. Sommerfelt (pastor til Saltdalen, senere til Asker). Physisk-økonomisk beskrivelse over Saltdalen. Det kongelige norske Videnskabernes Selskab i det 19de Aarh. (Trondhjem.) 2det binds 2det hefte, 1827. — Særlig den „geognostiske beskrivelse“, side 8—22.

H. C. Strøm (bergmester). Techniske og geognostiske Bemærkninger under Reiser i Trondhjems og en Del af Nordlands Amt i 1824 og 1827. Magazin for naturvidenskaberne B. 9, 1828. — Dunderlands-feltet og Nasa sølvverk, side 211—225.

Videre de rent geologiske arbeider:

R. Suhrland. Geognostiske og geographiske Bemærkninger samlede paa en Reise til Helgeland 1843. Nyt magazin f. naturv. B. 11, 1861, side 226—241. — Omhandler Vefsen og Hatfjeldalen.

B. M. Keilhau. De følgende afsnit af det store, i Gæa norvegica (B. 2, 1844 og B. 3, 1850) indtagne arbeide „Ueber den Bau der Felsenmasse Norwegens“:

6. Glimmerschiefer-Landstriche in Tromsen und Senjen so wie in Nordlands Amt, side 287—303. — 7. Gneus-Granit, Granit-Gneus und ähnliche Bildungen in den Nordlanden, side 303—312. — 8. Hauptsächlich aus Gneus bestehende Abtheilung zwischen dem Saltenfjord und Thronhjemsfjord, side 341—350.

Her findes ogsaa sammenstillet en oversigt over de tidligere forskeres observationer; videre kan vi gjøre opmærksom paa, at *Keilhau* i Gæa leverede det første geologiske kart over det nordlige Norge.

Senere en kort notits af *Keilhau*: Beretning om en geognostisk reise til Nordlandene i 1855. Nyt magazin f. naturv. B. 11, 1861, side 209—220, omhandlende Tromsø—Lofoten.

Ogsaa gennem den af bergmester *Dr. T. Dahll* ledede „geologiske undersøgelse af det nordlige Norge“ (1866—79) er der bleven publiceret et geologisk kart¹⁾ over hele Tromsø stift (maalestok 1 : 1,000,000). — Denne undersøgelse medførte bl. a., at kullagene paa Andøen²⁾ og flere af de større mineralforekomster (det alluviale guld i Finmarken³⁾, forekomsten af nikkelholdig magnetkis paa Senjen og inden vort distrikt Næverhaugens jernmalm- og Sulitjelmas kis-felt) blev bragt frem til almindelig kundskab; de specielle detailbeskrivelser over Næverhaugen- og Sulitjelma-distrikterne, af medarbeiderne ved den nævnte geologiske undersøgelse, *O. A. Corneliusen* og *T. Lassen*, med de paafølgende publikationer af *O. Gumælius* med flere findes senere citerede ved de respektive afsnit.

Af *Karl Pettersens* arbeider omhandler de følgende tildels de her foreliggende distrikter:

Saltens geologi. Archiv f. mathem. og naturv. B. 1, 1876, side 211—228.

Det nordlige Sverriges og Norges geologi (med et geologisk profil over den skandinaviske halvø fra Saltdalen til Piteå). Samme tidsskrift, B. 3, 1878, side 1—38.

Vestfjorden og Salten (med geologisk kart). Samme tidsskrift, B. 11, 1886, side 377—492.

Videre det store, desværre ikke tilendebragte oversigtsarbeide:

Den nord-norske fjeldbygning. I, II 1 og II 2³⁾ (side 1—339). Tromsø musæums aarshefter, B. X—XII (1887—89).

¹⁾ Foreløbig text-meddelelse i Forh. ved de skand. naturforskernes møde i Stockholm, 1880, side 281—287.

²⁾ *T. Dahll*. Bull. de la soc. géol. B 27. 1870. — Om Finmarkens geologi. Kristiania videnskabselskabs forh. 1867.

³⁾ Det var forfatterens hensigt at udgive en tredje, afsluttende del, men døden hindrede ham i at realisere denne plan.

Idet disse skrifter nævnes, kan jeg ikke undlade at yde forfatteren min anerkjendelse for den samvittighedsfuldhed og nøiagtighed, hvormed han har udført sin gjerning; særlig var hans talrige observationer i „Vestfjorden og Salten“ mig til meget væsentlig hjælp ved mit arbejde.

Om Svenningdalen, Vefsen:

H. H. Reusch. Et besøg i Svenningdalens sølvgruber. Nyt magazin f. naturv. B. 26, 1881.

J. H. L. Vogt. De sølvertsførende gange ved Svenningdalen (Vefsen). Norske ertsforekomster, No. IV. Archiv f. mathem. og naturv. B. 10, 1886.

Og om Hatfjelddalen:

O. N. Hagen. Hatfjelddalens ertsforekomster. Magazin for bergmandsefterretninger. April 1881.

Specielt om Svartisen:

C. de Seuz. Undersøgelse af Svartisen og Temperaturforhold i enkelte af de Nordlandske fjorde. Nyt magazin f. naturv. B. 21, 1876.

Charles Rabot. Un été au-des-sus du cercle polaire (omhandler foruden Svartisen ogsaa Sulitjelma, Røsvand m. m.). Extrait de l'annuaire du club alpin français. 8 vol. 1881. Udkommet separat, Paris 1882 (50 sider oktav).

Tilslut maa ogsaa anmærkes, at den svenske geolog *Dr. F. Svenonius*, som har foretaget omfattende studier over Nord-Sverriges bygning, og som ogsaa gjentagne gange har bereist enkelte dele af Nordlands amt, velvillig har stillet til min disposition et kort uddrag af sine dagbøger over enkelte af de foreliggende landsdele. — Desuden har jeg ogsaa havt anledning til at benytte en del af *Corneliussens* og *Lassens* indberetninger om reise for „den geol. unders. over det nordl. Norge“. (*Corneliussens* reisebog for 1874 og *Lassens* for 1876).

Salten.

(Næverhaugen-Røsvik, — Fauskeidet-Leifsæt, — Nedre-
& Øvre-Vand, — Langvand-Sulitjelma.)

Foreløbig orienterende bemærkninger om fjeldbygningen.

Paa det ved *Dr. T. Dahll* udgivne „geologiske kart over det nordlige Norge“ er den centrale del af Skjærstad og Salt-dalen med de tilstødende dele af Sørfolden opført som »*cambrisk*?«, med bergarter „glimmerskifer, lerglimmerskifer, hornblendeskifer, *de første kalkstene*“; strøget langs rigsgrænsen derimod betegnes som »*silurisk*?«, med bergarter „sorte kalkstene og sorte skifere“; videre findes afsat et mindre gabbrofelt i Sulitjelma samt gneis og granit paa et par steder. — Ogsaa *K. Pettersen* kommer i sit arbejde „Vestfjorden og Salten“ til det resultat, at der i det foreliggende distrikt optræder to forskellige skiferafdelinger, nemlig „Tromsø glimmerskifer-gruppe“, som vel temmelig noiagtig ekvivalerer *Dahll's* cambriske formation, og „Balsfjord-gruppen“, med udbredelse særlig ved Langvand og Lommijavre, nærmest den svenske grænse.

I henhold til mine egne undersøgelser maa jeg ogsaa slutte mig til den opfatning, at skiferfeltet i vort distrikt bør deles i to store hovedafdelinger, en ældre, *K. Pettersens* „Tromsø glimmerskifer-gruppe“ — eller „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“,

som jeg skulde foretrække at benævne den, — og en yngre, optrædende rundt omkring fjeldkomplekset Sulitjelma og derfor her benævnt „Sulitjelma-feltets skifergruppe“, om end vistnok selve det store fjeld bestaar af gabbro¹⁾.

Den noiere udredning af de to skiferrækker følger senere; her skal kun kort indskydes, at „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“ karakteriseres ved glimmerskifer, lerglimmerskifer, glinsende skifer osv., med talrige og ofte kolossalt mægtige indleininger af kalksten og marmor (oftest dolomit-marmor, sjeldnere egentlig marmor). Skiferne er i regelen stærkt smaapuklede og krusede, rige paa kvartslinser og af grøn farve. Underordnet optræder kvartsit, granulit, kvartskonglomerat, hornblendeskifer, ren gneis osv., videre ogsaa enkelte lag af jernglimmer-skifer.

I den yngre afdeling, „Sulitjelma-feltets skifergruppe“, er ogsaa glimmer- og lerglimmerskifere fremherskende; disse udmærker sig dog, i modsætning til lagene i den ældre afdeling, ved sin brune farve og særlig ved en udpræget plan-skifrihed; videre mangler her de for Tromsø-gruppen saa karakteristiske mægtige kalk-marmor-lag.

¹⁾ Idet benævnelsen „Tromsø glimmerskifer- (marmor-)gruppe“ bibeholdes, maa jeg udtrykkelig gjøre opmærksom paa, at jeg ikke efter egne undersøgelser har nogen vished for, at lagrækkerne ved Skjærstad og Tromsø faktisk er identiske; det maa dog ansees for høist sandsynlig, at saa er tilfælde, dels i henhold til *K. Feltersens* kartlægning og dels, fordi bergarterne ved Skjærstad i petrografisk henseende stemmer overens med dem, som efter *K. Feltersens* beskrivelse optræder i omegnen af Tromsø. — „Balsfjord-gruppen“ i Tromsø amt ligger *under* „Tromsø gl.-sk.-gruppe“, medens skiferne rundt om Sulitjelma, efter mine undersøgelser følger *over* samme; „Sulitjelma skifergruppe“ kan følgelig ikke svare til „Balsfjord-gruppen“. — Det er vistnok lidet tilfredsstillende at maatte indføre en ny benævnelse, efter en tilfældig lokalitet, for lagrækken nær rigsgrænsen, men naar man ikke med sikkerhed kan angive, hvilket skifersystem ellers i det nordlige Norge og Sverrige den ekvivalerer, staar ingen anden udvei aaben. — At betegne den ene afdeling som cambrisk (?) og den anden som silurisk (?) synes paa det nuværende stadium lidet rationelt, nærmest fordi sandsynligvis begge de nævnte lagrækker og endnu flere i det nordlige Norge tilhører primordial og silur (herom senere). — Benævnelsen „Sulitjelma-feltets skifergruppe“ er forsaavidt uheldig, som selve fjeldet Sulitjelma bestaar af gabbro; paa den anden side giver det dog en nøiagtig betegnelse af den geografiske plads; i saa henseende er det at foretrække for „Langvand-skifere“, idet man har et stort „Langvand“ baade ved Sulitjelma og i Ranen.

Skiktstillingen illustreres i korthed ved følgende oversigt: Ved bunden af Fauskeviken danner skiferne en saddelfold, hvis akse forløber i ca. NNO-lig retning gjennom hele det paa kartskitsen (fig. 1) angivne omraade; baade mod vest (til Næverhaugen—Røsvik) og øst (til henimod Langvandet) følger med temmelig konstant strøg (NNO—N 30° 0) en kolossal række af glimmerskifer med mægtige kalklag, alt tilhørende „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“, — videre mod øst anstaar „Sulitjelma-feltets“ skifere overleiende den første afdelings lag.

Ved de følgende detailbeskrivelser tænker vi os foretagende en vandring fra vest mod øst; vi begynder ved Næverhaugen—Røsvik, i den øvre del af „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“, kommer derpaa paa veien til Fauskeidet over i stadig ældre og ældre lag, passerer saa den antiklinale fold; ved den videre reise op Vattenbygden til rigsgrænsen skrider vi skridt for skridt op i lagrækkerne, idet først hele „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“ og tilslut „Sulitjelma-feltets gruppe“ passerer revu.

Vedrørende den vestre del af Bodehalvøen, fra Bodø til Nordvikbotten—Næverhaugen—Røsvik, henvises til *K. Pettersens* kart og beskrivelse (Archiv, B. 11): Ved Bodø anstaar de vanlige til „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“ hørende skifere, ved Hopen med ganske mægtige kalklag; — fra Mjønæstinderne (ved Skjærstadvjorden) til Kjærringø og Nebelfjorden (i Sørfolden) følger derpaa en gneis- og granit-zone, — længere mod øst, fra Norvikbotten til Sjunkfjord begynder Tromsø-skiferne, strøg ca. NNO og vestligt fald.

Næverhaugens jernglans-felt.

Literatur.

O. *Gumælius*. Om jernmalmslagret ved Næverhaugen i Norge. Geol. fören. förh. B. II, (1875), side 565—572. — Ny afh. med samme titel (svar paa *Corneliussens* 1ste afh.) i Geol. fören. förh. B. III, (1877), side 322—335.

O. A. *Corneliussen*. Næverhougens jernglansforekomster. Nyt magazin f. naturv. B. 22 (1877), side 378—399. — Ny afh. med samme titel (svar paa *Gumælius's* afhandling) i Geol. fören. förh. B. IV (1878), side 2—15.

Næverhaugens felt har allerede tidligere været gjort til gjenstand for flere nogenlunde indgaaende detailbeskrivelser og endog givet anledning til en længere polemik; der kan derfor ikke være mange nye faktiske oplysninger af større betydning at tilføie; alligevel skal vi i dette oversigtsarbeide, under henvisning til de allerede citerede afhandling, medtage en rede-gjørelse.

Som oversigtskartet, fig. 1 (maalestok 1:250,000) og detailkartskitzen¹⁾, fig. 3 (maalestok 1:40,000) udviser, strækker jernmalm-feltet i Næverhaug-dalen sig i mindst ca. 8.5 kilom.'s længde, næsten lige fra Valnæsfjorden i syd til Halshaugene, lidt ovenfor Halsvand, i nord; strøget er i det hele og store NNO—SSV eller N 30° O—S 30° V og faldet overalt mod vest, i størrelse mellem 20° og 70°, oftest ca. 25—40°.

Egnens geologiske bygning fremgaar uden videre af kartskitserne og profilerne (fig. 1—4; se ogsaa *K. Pettersen*, Vestfjorden og Salten, profil fig. 7 og side 391—394): over det store

¹⁾ Sommeren 1875 paabegyndtes her nogle praktiske undersøgelsesarbeider, samtidig blev ogsaa optaget et detailkart over den centrale del af feltet, fra Jordbro til Hals- og Hummelvand (se *Corneliussens* og *Gumælius's* karter); ved udarbeidelsen af min kartskitse har jeg benyttet dette kart og videre indtegnet partiet fra Jordbro til Valnæsfjorden og fra Hals- og Hummelvand til Halshaugene efter kompas-peiling og siemaal.

jernmalm-leie¹⁾ hviler en mægtig kalksten, som selv paa enkelte steder fører nogle indleininger af jernglans; — derpaa kommer en serie af kvartsskifer, kvartsrig glimmerskifer og granulit i veksel med lidt glimmerskifer og enkelte ganske tynde kalklag, — saa den vanlige sorte eller sortegrønne glimmerskifer og gneis med enkelte lag af de kvartsrige skifere, — paany et mindre kalklag, videre glimmerskifer og gneis, et eller et par lidt større kalklag, og tilslut den ellers i distriktet herskende glimmerskifer og lerglimmerskifer. — *Under* det lange jernmalm-leie møder vi igjen en aldeles analog veksel: først en serie af kvartsrige, ofte granulitiske skifere, derpaa et mindre kalklag, — granulit, glimmerskifer og gneis i veksel med hinanden, dog stadig mere og mere glimmerskifer, jo længere man skrider ned i lagrækkerne, — paany et mindre kalklag (ca. 20 m. mægtigt), og nederst i rækken den vanlige glimmerskifer.

De forskjellige, tildels marmorlignende kalklag (lidt magnesiaholdig kalksten) i distriktet er hvide eller lysegraa, oftest temmelig grovkrystallinske og let hensmuldrende; jævnlig fører kalken nogle grafitblade og en bituminøs substans, saa den „stinker“ ved rivning; hist og her ser man ogsaa nogle linser og striber af kvarts, glimmer med lidt magnetit, kis osv., og i det mægtige kalklag midt i feltet er paa et par steder indlagét noget glimmerskifer og over kortere strækninger ogsaa et par lag af jernmalm (jernglimmer-skifer). — Nogle klumpformige aarer af wollastonit synes at være af sekundær oprindelse.

Baade over og under det store kalklag, med tilhørende jernmalm-leie, følger, som allerede berørt, en række stærkt kvartsrige skifere, — dels ren kvartsskifer og dels kvartsrig glimmerskifer, — og forskjellige granulitiske bergarter, som nærmest kan betegnes som øiegranulit (med feldspath-øine) og glimmergranulit. Disse bergarter er temmelig tyndskifrige, men adskiller sig fra de egentlige granuliter ved en forholdsvis grov-

¹⁾ Vedrørende opfatningen af jernmalmens genesis slutter jeg mig til *Gumelius's* fremstilling; den næiere argumentation sammenstilles først i et senere afsnit, efter beskrivelsen af Dunderlands-feltet.

krystallinsk struktur og derved, at de kun nu og da fører lidt granat. — Et par mikroskopiske præparater viser overveiende meget kvarts og mikroklin med orthoklas og oligoklas, disse ofte i pegmatisk sammenvoksning, videre noget muscovit og biotit, i indbyrdes vekslende mængde, og endelig smaa zirkon-, rutil- og apatit-krystaller. Kvartsen har undertiden unduløs udslukning, mikroklinens og plagioklasens lameller er hist og her bøiede, og strukturen er kataklas-struktur, — alt tydende paa, at bergarten har været udsat for presningsfenomener.

Som allerede *Gumælius* har gjort opmærksom paa, minder hele denne zone om den i Sverrige saakaldte „eurit“, der som bekjendt ledsager en flæthed af de mere bekjendte sedimentære jernmalm-forekomster i den centrale del af Sverrige (med typus Dannemora, Norberg, Persberg osv.) I chemisk og mineralogisk henseende er der ganske god analogi, alligevel er der flere differancer: Næverhaug-feltets bergart er paa langt nær ikke saa tæt som de svenske jernmalms eurit, og den første er altid hvid eller hvidgraa, medens euriten i alle fald meget jævnlig viser hyppig vekslende skikt af forskellige røde og graa nuancer.

Naar man fjerner sig et stykke fra det store kalklag, ligegyldig om man gaar mod vest, *o: op*, eller mod øst, *o: ned* i lagrækken, begynder de kvartsrige skifere at veksellagre med glimmerskifer og gneis, og gaar man endnu længere til siderne, kommer man lidt efter lidt over i det vanlige i hele distriktet herskende glimmerskifer-felt, hvor glimmerskifer, ofte med kvarts-linser og granatkrystaller, spiller hovedrollen, og hvor desuden er indleiet snart lidt gneis og hornblendeskifer, snart diverse fyllitiske bergarter og endelig ogsaa nogle mindre kalklag.

Naar undtages det lille parti (fig. 6) ved Mastukrogen, straks ovenfor Næverhaugen gaard, er strøget inden vort distrikt meget regelmæssigt; det veksler mellem ca. N 20° O og N 40° O, er dog oftest temmelig nøiagtig ca. NNO¹⁾; større beininger og

1) Ved Kosmo strøg N 20° O, fald 25—30° V; — op dalen mod Bjørnbakke, strøg N lidt østligt, fald 30° V; — nærmere mod Jordbro, strøg efter dal-linjen, enkelte knæk som ved Mastukrogen, fald 30° V, osv.

krusninger er sjeldne, men iagttages dog hist og her. — Faldet er nogenlunde fladt og monotont (oftest 25–40° vest), og der er al grund til at formode, at man her har for sig en enkelt forløbende lagrække og ikke, — saaledes som *Gumelius* antyder, — et system af sammenpressede og inverterede faldninger. Hvis det sidste skulde være tilfælde, maatte der paa samme maade som i Dunderlandsdalen foreligge ikke kun et enkelt, men to eller flere store kalklag, med tilhørende jernmalm-leier.

Hist og her, særlig ved Grøvlevand, sees en del smaa granit-gange (cfr. herom nøiere *Corneliussens* beskrivelse).

Jernmalmen er, for at benytte en svensk benævnelse, en „randig torrsten“, — nemlig jernglans og lidt magnetit i ganske tynde lag, intimt vekslende med tilsvarende tynde lag af kvarts. Veksellagringen er oftest saa intim, at man inden en mægtighed paa 1 m. i regelen kan tælle mindst et halvt hundrede forskellige smaastriber (fig. 5), som gjerne er skarpt begrænsede mod hinanden; særlig udmærker de tynde jernmalm-striber sig ved ofte at være næsten fri for fremmede mineraler¹⁾. — Foruden kvarts ser man hyppig lidt hornblende, magnesiaglimmer, granat, epidot, kalkspath, feldspath osv., oftest spiller dog disse forholdsvis liden rolle. Kun undtagelsesvis, f. eks. paa et par steder i det lange jernmalm-leie straks syd for Hummelvand, finder vi større linseformige masser af „skarnberg“, indlagret i leiet og fortrykkende selve jernmalmen²⁾. — I de paa kartet (fig. 3) afsatte malmleier optræder der altid relativt meget mere jernglans end magnetit; det sidste mineral spiller dog i alle fald saa pas fremtrædende rolle, at malmen indvirker paa berg-

1) Et par af *Corneliussen*s udførte stufanalyser gav:

% jern	% uopløst
66.99	4.59
65.01	6.88

2) *Corneliussen* opfattede den grønfarvede indleining her som en formentlig eruptiv „grønsten“; baade undersøgelserne i marken og et mikroskopisk præparat viser dog, at saa ikke er tilfælde. „Skarnberget“ bestaar af grøn hornblende i rigelig mængde, kvarts, mikroclin og anden feldspath, primær epidot og kalkspath, lidt titanit, sort erts, svovlkis osv., — alt i typisk vekslende smaaskikt.

kompasset. — Kun i nogle mindre, falbaandlignende sidelag, som altid karakteriseres ved liden mægtighed og liden jerngehalt, møder vi overveiende meget magnetit, uden eller med lidet jernglans.

Jernmalm-leierne viser i regelen ingen skarpe grænser mod det liggende og hængende, tværtom, man forefinder næsten overalt suksessiv overgang, idet malmstriberne lidt efter lidt afager mod siderne, medens omvendt kvarts- og skifer-lagene vokser i antal og tykkelse; bestemmelsen af malmens mægtighed blir derfor noget usikker og tildels beroende paa et subjektivt skjøen. — Mod det hængende støder det lange malmleie undertiden umiddelbart op mod den mægtige kalksten, i regelen afgrænses det dog fra samme ved mellemliggende kvartsitisk eller granulitisk skifer af ganske ringe mægtighed (oftest kun paa ca. 0.5 m., sjelden over ca. 1 m.). Denne skifer bestaar af overveiende meget kvarts, lidt mikroklin, orthoklas og oligoklas, oftest meget biotit og muskovit samt epidot, titanit og lidt erts; i petrografisk henseende danner den mellemed mellem de i malmen indleiede „skarnberg“-partier og den tidligere omtalte kvartsit-granulitzone, hvori baade kalken og jernmalmen er indleiet. — Over den smale skifer hæver det mægtige kalklag sig oftest som en svag, men ganske vel markeret ryg; malmleiet blir derfor let at efterspore. — Mod det liggende derimod følger først et større lag af kvarts- eller granulit-skifer, hyppig vekslende med glimmer- og hornblende-skifer, og først i lidt større afstand nu og da nogle forholdsvis smaa kalklag.

I den søndre halvdel af feltet, fra Valnæs-fjorden til Jordbro (længde ca. 3.5—4 kilom.), stryger kalken med malmleiet (eller jernglimmer-skiferen) omtrent midt efter den flere kilom. brede og stærkt tildækkede dal; det er her en ren undtagelse at se bart fjeld, alligevel foreligger der tilstrækkelige observationer til at godtgjøre, at leiet over den hele strækning maa være kontinuerligt¹⁾. Det er afrenset i alle fald paa 6 steder, hist og her kan det følges oppe i dagen over længere udstrækning,

¹⁾ Jernmalm-leiet fortsætter i alle fald ca. 2.5 kilom. længere mod SSV end paa kartskitzen fig. 3 angivet.

og ved bergkompas er det paavist overalt undtagen ved enkelte myrer og sandterrasser, hvor jorddækningen er meget tyk; videre har malmen (eller skiferen) noiagtig samme karakter som længere nord, og leiet ligger ogsaa i den søndre del omtrent umiddelbart under kalken. Mægtigheden er dog her ganske liden, paa de i dagen opstikkende partier oftest kun 0.5—1.5 à 2 m., saa partiet, saavidt hidtil kjendes, kun afgiver ren geologisk interesse.

Mellem Grøvlevand og elven eller bækken fra Hummelvand hæver kalken og skiferen sig til en aasryg, hvis høieste punkt, lidt nord for Næverhaugen gaard, ligger ca. 100 m. over Grøvlevand eller ca. 120 m. over Jordbro. — I den søndre del, til henimod Næverhaugen gaard, er terrainet i regelen stærkt til-dækket, med yppig vegetation; malmleiet, som fremdeles er ganske smalt, paa kun ca. 0.25—1 m., er hist og her synbart i dagen, bergkompasset angiver ogsaa ofte dets tilværelse, paa enkelte steder er dog malmen i den grad sparsomt forhaanden, at man nærmest burde betegne den som jerglimmer-skifer eller endog som jernglans-førende kvartsskifer. — Paa de sidste par hundrede m. (AB paa fig. 6) før svingen ved Mastukrogen (M) er leiet igjen bleven mere samlet, og mægtigheden har vokset lidt, til ca. 1—2 m.; først ved selve Mastukrogen støder man dog paa malm-mægtighed af nævneværdig betydning.

Den kolossale S-formige sammenpresning efter strøgetningen, som malmleiet her har været underkastet, er tidligere nogenlunde udførlig beskrevet baade af *Corneliussen* og *Gumalius*¹⁾, alligevel kan et resumé af de ældre observationer, med supplerende bemærkninger, være af interesse.

Ved Mastukrogen, hvor det i midten af 70-aarene foretagne minerings- og gravnings-arbeide blev koncentreret, kan leiets svingning følges omtrent skridt for skridt; paa partiet AB (fig. 6) er strøget NNO, fald 25° mod vest, og faa eller ingen

1) Se *Corneliussens* kartskitse med indtegnede strøg- og faldobservationer, ligesledes *Gumalius's* kartskitse (tavle 23, Geol. fören. förh. B. II). — Af *Gumalius's* detailtegning fig. 1, tavle 24, B. II, faar man det indtryk, at kalkbænkene gennemgaaende har været underkastede en stærkere ombøining, end tilfældet faktisk har været.

krusninger at observere; ved B dreier strøget meget hurtig om til NO, NNO, O og endelig OSO, ved M er paany en større sving, og leiet MC kan herefter følges tilbage i ca. 375 m.'s længde, med retning ca. S 20° O henimod Næverhaugen gaard. Omboiningen er i den grad kolossal, at afstanden mellem leiets to horizontale grene, AB og MC, kun er vokset fra ca. 40 m. inderst i svingen, ved B eller M, til ca. 70—80 m. flere hundrede m. længere ude, straks før C. — Ved C ser man igjen en tilsvarende omboining, marken er dog her stærkt tildækket, saa observationerne blir temmelig sparsomme; det kan dog afgjøres, dels ved direkte iagttagelser og dels ved bergkompass-undersøgelser, at leiet er kontinuerligt, og at det bøier tilbage nogenlunde som paa tegningen angivet. Ved D er leiet paany blottet, og ved E—E' er der en hel del afgrovtninger. — Ved de to omdreiningspunkter faar vi en vindskjæv boining, saaledes som det er antydnet ved de smaa faldtegn: paa partiet AB er faldet kun ca. 25°, mod vest; inde i svingen ved B blir det steilere og steilere, faldretningen dog fremdeles til den venstre side, naar man følger leiet i retning fra A til B og videre mod C. Straks efter M blir faldet omkring 90°, og fortsætter man videre mod C, dreier faldretningen om til den høire side; faldets størrelse er dog her meget høiere end tidligere, nemlig ca. 50—70°.

Som det a priori maatte ventes, er leiet ved selve omboiningpunkterne forfærdelig kruset og sammenpresset efter strøgetretningen; hertil kommer vi senere tilbake, under omtalen af mægtighederne.

Det smale umiddelbart paa jernmalm-leiet hvilende kvartsit- eller granulit-lag deltog i foldnings- eller overskyvnings-processen, ligeledes ogsaa den første eller muligens de første kalkbænke over kvartsiten, medens derimod det mægtige kalklag forresten kun gjorde en mindre boining paa sig, saaledes som fig. 6 antyder. Mellem M og E er kalkbænkene i den liggende del af det store kalklag stærkt krusede og sammenpressede, med strøg i det hele og store ret mod øst og med vertikalt fald; kalkbænkene lidt længere borte fra malmleiet derimod viser ganske jævn og langsom boining, og faldets størrelse er som ellers i distriktet.

Ved den her beskrevne inversion eller *overskyvning efter strøgretningen* er altsaa forbindelsen mellem malmleiet med de nærmest samme optrædende skifere paa den ene side og det mægtige kalklag paa den anden blevet løsnet; det stive kompakte kalklag har kun gjort en mindre boining paa sig, medens skiferne og jernglans-leiet, som maa have havt meget mindre modstandskraft, fuldstændig er blevene skjævne over hinanden. — Skiktbygningen er dog ikke, saaledes som man muligens paa forhaand kunde formode, at sammenstille med en foldningsforkastning efter horizontalplanet; i saa fald maatte nemlig den midtre arm (BC) være bleven udpresset til ganske liden mægtighed, medens vi tvertom finder, at malmen netop her udmærker sig ved stor tykkelse.

Paa strækningen AB eller i alle fald i den sidste del før B kan malmleiets mægtighed anslaaes til ca. 1—1.5 m.; inde i selve svingen, B—M, og særlig ved M, hvor krusningen efter strøgretningen er yderst fremtrædende, har leiets horizontale bredde vokset i forbausende grad, paa enkelte steder til ca. 10 m., ved M endog til ca. 20 m.; faldet er her ca. 60°, den faktiske mægtighed altsaa indtil ca. 16 m. Vilde man her tænke sig alle krusninger udglattede, saa man altsaa fik tilbage det oprindelige ikke sammenkrympede lag, blev mægtigheden efter skjøn reduceret til omkring tredieparten.

Mellem M og C er mægtigheden fremdeles betydelig; malmen er noget, dog ikke særdeles stærkt kruset, den foretagne maaling repræsenterer altsaa omtrent den oprindelige lagtykkelse, i alle fald naar der ikke tages hensyn til forandringer, fremkaldte ved strækning. — Den horizontale bredde maales her paa enkelte steder til 15 m., paa andre kun til ca. 8—10 m.; faldet er 60—70°, mægtigheden altsaa omkring $\frac{3}{4}$ af de opførte tal. — *Corneliussen* angiver for partiet BMC 40 fods midlere mægtighed i 800 fods længde (altsaa 13 m. i 250 m.) og 32 fods midlere mægtighed i 400 fods længde (10 m. i 125 m.). Armen CDE er igjen i det hele og store betydelig smalere; om der end ved D, tildels grundet paa sammenkrympningen, er et mægtigt parti; ved E er malmtykkelsen knapt 1 m.

Mellem E og bækken mellem Hals- og Hummelvand (længde ca. 1.5 kilom.) er malmleiet i de senere aar, efter at *Corneliussen* og *Gumælius*¹⁾ besøgte feltet, bleven afrenset paa en hel del — mindst 16 — steder, saa man igjen her tør slutte, at leiet er kontinuerligt. — I begyndelsen er det meget svagt og fattigt, med mægtighed kun ca. 0.5 m., senere vokser det op til ca. 1—1.5 m., synker paany til ca. 0.5—0.75 m., men tiltager igjen og naar i de sidste 2 à 300 m. op til en tykkelse paa ca. 5—7 m.; jerngehalten er dog her temmelig liden.

I det stærkt myrlænte terrain nord for Hals- og Hummelvand kan leiet fremdeles følges, altid umiddelbart under det mægtige kalklag, i ca. 1—1.5 kilom.'s længde; mægtigheden er her nogenlunde stor, flere steder paa 3—5 m. og derover, og jerngehalten synes i alle fald ikke at være mindre end ved Mastukrogen. — Paa det nordligste punkt, hvor malmen er afrenset, er mægtigheden ganske betydelig, — leiet er altsaa ikke udkilet, men maa fortsætte længere nordover; da dog marken her er stærkt tildækket, ved myr og smaavande, stikker det, saavidt hidtil kjendes, ikke noget sted op i dagen.

I den midtre og nordre del af feltet forefindes der nogle indleininger af jernglans-malm ogsaa inde i selve det mægtige kalklag; straks syd for bækken fra Halsvand møder man saaledes et separat-leie ca. 30 m., regnet horizontalt, op i det hængende for det store og lange leie umiddelbart under kalken, — ligeledes er der ved Halshaugene et nyt leie, kun 15 m. op for hovedleiet, — og baade syd og nord for Halsvand kan et nogenlunde betydeligt leie i den øvre eller midtre del af det store kalklag følges i flere 100 m.'s længde. — *Gumælius* er af den opfatning, at kalken her skulde være foldet og inverteret²⁾, saa der i virkeligheden ogsaa her, som ved Mastukrogen, kun skulde foreligge et enkelt leie, men efter mine observationer maa jeg drage den slutning, at man — aldeles som f. eks. ved

¹⁾ Paa de af disse to udarbejdede karter er leiet ikke indtegnet paa midtpartiet mellem Næverhaugen og Hals- og Hummelvand.

²⁾ Den forkastning lidt syd for Halsbækken, som man skulde vente efter *Gumælius's* kartsnitse (tavle 23), findes ikke; linjen paa kartet beror sandsynligvis kun paa en tilfældighed.

Versteraali i Dunderlands-feltet — har at gjøre med separate indleininger inde i selve kalklaget.

Da de to malmleier ved Halshaugene med fuld mægtighed støder op mod aldeles tildækket terrain, maa den tidligere angivne længde paa jernglans-feltet, 8.5 kilom., betragtes som en minimumsbestemmelse; ogsaa mod syd kan feltet muligens fortsætte over længere strækning, under sandterrasserne nord for Valnæsfjorden og under selve vandet. — Den virkelige længde kan muligens gaa op baade til 10 og 15 kilom., dog neppe stort mere.

Efter de vistnok sparsomme strøgobservationer, som jeg kunde foretage, skulde det stratigrafiske niveau, paa hvilket det store kalklag med sit malmleie hører hjemme, stikker frem i den SV-stre del af Valnæsfjorden; her sees ogsaa en del kalksten, derimod har man her, trods ganske ivrig søgning, aldrig truffet paa nogen jernmalm. — Inde i Misværffjorden er der ogsaa store kalklag¹⁾, som muligens er fortsættelse af Næverhaugdalens kalk; derimod synes kalklagene ved Røsvik i Sørfolden, omtrent NNO eller N 30° O for Næverhaugen, at ligge paa lidt lavere horizont.

Om malmens jern-, fosfor- og svovlgehalt.

Jerngehalten. Malmleierne ved Næverhaug-forekomsterne bestaar, som allerede berørt, af jernglans, med lidt magnetit, i intim veksel med kvarts, osv. (se fig. 5). De enkelte striber eller smaalag af nogenlunde bergfri malm naar undertiden op til en tykkelse paa ca. 0.25 m. eller kanske lidt derover, oftest er de dog meget smalere, paa kun 0.01—0.05 m.; man kan følgelig ikke gjøre regning paa at faa andet end bergsprængt malm.

Hvad rolle de smaa, men yderst talrige striber af kvarts og andet „graaberg“ spiller, kan være vanskelig eller næsten

¹⁾ Efter *T. Lassens* dagbog (1876): Paa østsiden af Misværffjorden mægtig kalksten med vestligt og nordvestligt fald; paa vestsiden hovedsagelig krystallinske skifer, af og til voksende med kalklag.

umulig at afgjøre med nogenlunde sikkerhed for blotte øie; saa meget kan dog sees, at paa mange eller vel snarere de fleste steder er der saa meget kvarts tilstede, at leiets midlere gehalt er meget liden, i alle fald ikke over ca. 30—35 % metallisk jern. Dette gjælder først og fremst de partier, hvor leiet er smalt (under ca. 0.5 m) og nærmer sig overgangen til jernglansførende kvartsskifer; videre kan man dog ogsaa træffe en tilsvarende ringe jerngehalt paa partier, hvor mægtigheden er forholdsvis betydelig (f. eks. ca. 5—7 m.), som lige syd for Halsbækken.

Saavidt hidtil kjendt, er der kun to strøg, som maatte kunne formodes at skulle blive af praktisk betydning, nemlig partiet mellem Mastukrogen og Næverhaugen gaard (fig. 6) og den nordligste del af leiet, ved Halshaugene, nord for Halsvand. Paa det første af disse steder blev der i midten af 70-aarene, tildels ogsaa for et par aar siden (1887), foretaget en del undersøgelsesarbejder, hvorved alt-i-alt blev udskudt ca. 600 tons skeidet malm.

Gumælius, som havde overopsyn over prøvedriften i 70-aarene, anfører i sin første afhandling, at man ved Mastukrogen ved at bortskeide ca. 30 % af alt det udbrudte skulde faa malm med nogle og 50 % jern; i den anden afhandling meddeles følgende mindre gennemsnitsprøver¹⁾ af *uskeidet* malm: 23 digler (svensk tørveis-digelprovning) fra 8 prøver gav 41.0—49.5 % jern, 29 digler fra 13 prøver 50.0—59.3 %, og 5 digler fra 2 prøver 60.0—68.8 %, — middel 52.6 % jern.

Efter *Corneliussen* gav prøvedriften, ved skeidning af 16,220 ctn. udskudt gods:

4.5 % prima malm med ca. 58.2 % jern
 65.6 % sekunda do. med „ 52.1 % —
 29.9 % bortskeidet som uholdigt.

¹⁾ Disse blev udtagne paa den maade, at der paa maa-faa blev slaaet af en hel del smaabitser, som igjen senere blev delt over, hvorpaa halvdelen gik til kausning. Af den stærkt randige malm kan man dog ved denne fremgangsmaade neppe faa sikre resultater.

Da lidt af brydningen fandt sted i de uholdige sideskifere, tror han at kunne drage den slutning, at man af Mastukrogens malmleie ved at skeide bort 25 % skulde faa malm med ikke under 52 % jern.

Disse tal antyder dog, saavidt jeg efter oiemaal og analogi med andre forekomster kunde skjønne, vel gode resultater. — Da de enkelte malm- og kvartsstriber er saa tynde og saa intimt sammenvoksede, vil skeidningen for haand ikke kunne blive meget effektiv, i alle fald ikke uden uforholdsmæssige udgifter, — og jeg tror neppe, at man i det hele og store ved en mindre skeidningsprocent (paa 25—30 %) vil kunne levere malm med over 50 % jern. Dersom man vil indskrænke sig til at afbygge enkelte rige, men smale lokale indleininger i selve jernmalm-leiet, vil man vistnok kunne faa rigere malm.

Saavel efter *Corneliussens* som *Gumælius's* beregninger skal malmleiet i partiet omkring Næverhaugen gaard (se fig. 6) i horizontalsnit ved overfladen vise et kvadratindhold paa ca. 68,000 kvadratfod¹⁾ (ca. 6700 m²). En paatænkt stoll fra Sortevand (nær Grøvlevand) vilde bringe ind i ca. 400 fods (125 m.'s) dyb²⁾, — malmleiets kubikindhold skulde altsaa blive 27 millioner kubikfod (ca. 830,000 m³). — Under forudsætning af, at 33 % bortskeides som uholdigt, skulde man altsaa over stollens niveau faa ca. 550,000 m³ = ca. 1.5 million³⁾ tons malm, hvis gehalt dog ikke vilde blive saa høi som 50 %. — Dette skitserede beregning, som selvfølgelig ikke gjør fordring paa stor noiagtighed, hidsættes kun for at paavise, at der inden vort felt er bleven afsat ganske betydelige kvantiteter jernmalm. Til sammenligning anføres senere, under Dunderlands-feltet, en oversigt over kvadratindholdet af en del øvrige norske og svenske jernmalforekomster.

1) Dette overslag synes mig at være sat vel høit; efter mit skøn skulde det reduceres til ca. 4000 m².

2) Man tør dog vel ikke uden videre gaa ud fra, at overskyvningen eller folden med uforandret længde holder sig til dette dyb.

3) Efter mine egne maalinger skulde overfladens kvadratindhold sættes noget lavere og skeidningsprocenten noget høiere, — til gjengæld er der ikke taget hensyn til leiet ved Halshaugene.

Tilslut vil jeg ikke undlade at paapege, at Næverhaugmalmen, netop fordi malm- og kvartsstriberne oftest er temmelig skarpt adskilte fra hinanden, med lethed maa kunne anrignes ved opberedning, sandsynligvis til en gehalt stor ca. 65 % jern ¹⁾).

Fosforgehalten er middels stor; efter en serie analyser, meddelte af *Gumelius*, gav 17 mindre gennemsnitsprøver fra Mastukrogen mellem 0.062—0.365 %, middel 0.206 % fosfor (eller 0.47 % P_2O_5 , 1.13 % apatit). — Nogen konstant relation mellem jerngehalten og fosforgehalten kunde ikke paavises.

Et mikroskopisk præparat, skaaret lodret paa lagpladen af et meget fattigt og yderst intimt stribet malmstykke, viser, at apatiten omtrent udelukkende holder sig sammen med jernglansen og magnetiten; i kvartsstriberne sees nemlig næsten aldrig noget apatit, medens derimod dette mineral, i store, lidt tilrundede krystaller, optræder i meget rigelig mængde selv i de allertyndeste malmstriber ²⁾).

Svovlgehalten er yderst ringe; jeg observerede intetsteds i selve malmen for øiet synbar kis, — *Gumelius* omtaler som en sjaldenhed lidt svovlkis og malachit, i en kvartsgang, som over-skjærer malmen ved Mastukrogen.

Ifølge en engelsk gennemsnitsanalyse skulde malmen være fri for titansyre ³⁾); MnO-gehalten bestemtes til 0.95 %.

Det ubetinget vigtigste uholdige mineral i malmen er kvarts; paa grund af den sparsomme opblanding med hornblende, glimmer, epidot, granat, feldspath, kalkspath viser gennemsnitsprøverne en eller et par procent af hver af baserne CaO , Al_2O_3 og MgO .

1) Forsøg at opberede den „randige torrstensmalm“ fra Norberg-feltet i Sverrige og senere benytte den anrigede malm paa masovn har som bekendt vist gunstige resultater, se *G. A. Granström*, „Forsök att anrika Norbergs torrstensmalmer“ (Jernkontorets Annaler, 1888). — *Granström* anslaaer de samlede opberedningsudgifter ved Norberg til kr. 1.55 pr. ton skeidet malm.

2) Jeg haaber senere at faa anledning til at undersøge, om dette forhold gentager sig nogenlunde konstant ved de øvrige skandinaviske jernmalmsforekomster; det vilde i tilfælde kunne give et ganske væsentligt bidrag til forstaaelsen af detaljerne ved leiernes genesis (se den senere theoretiske udvikling).

3) Lidt titanit, i forsvindende ringe mængde, sees i de mikroskopiske præparater af det indleiede skarnberg og af de smale skiferlag i det hængende for det lange malmleie.

Malmen kan til nød smelte uden tilslag, for at faa saa basisk slag som bisilikat maa dog tilsættes noget kalk.

En projekteret jernbane fra Grølevand til havn ved Skjærstadfjorden (ved Kisstrand i Norvikbotn) vilde blive ca. 12 kilom. lang; temmelig let terrain. Høideforholde: Jordbro ca. 90 m. over havet, Næverhaugen gaard ca. 190 m. o. h., toppen af Næverhaugryggen ca. 210 m. o. h., Halsvand 165 m. o. h.

Skiferpartiet mellem Næverhaugen og Fauskeidets marmor-kalk-lag.

(Cfr. fig. 2: profil no. 5 fra Alfnaes til Klungsetbugten; profil no. 9 vest for Tveraa og no. 10 vest for Tortenli; profil no. 6 ved Røsvik og no. 7 ved Dypvik i Sørfolden.)

Næverhaugens kalk-jernmalm-linje og det dermed parallelt forløbende marmor-drag ved Fauskeidet angiver den herskende strøgetning i vort distrikt; beggesteds er faldet mod vest, det samme er ogsaa næsten overalt tilfælde paa det mellemliggende parti.

Vi skal først opgaa profil mellem de to horisonter langs Skjærstadfjorden (profil fig. 2). — Et kalklag, tilhørende omtrent samme niveau som Næverhaugens, dukker op paa vestsiden af Valnæsfjorden, strøg N 30° O, fald 30° vest. Ved Strømsnæs og paa odden mellem Valnæsfjorden og Nordvikbotn kvartsrig gl-sk., gneis; paa begge sider af Furnæs- eller Valnæsstrømmen¹⁾ nogle fod- til meter-tykke kalklag, graa med brun hud, ofte med kvartslinser; strøg N 30° O, fald 20° vest. Mange granitgange²⁾.

1) Valnæsfjorden, med salt eller brakt vand, ligger kun et par fod eller meter over Skjærstadfjorden; forbindelsen mellem dem, Furnæs- eller Valnæsstrømmen, danner en „Saltstrøm“ *en miniature*.

2) Længere ude i Skjærstad- og Saltenfjorden, f. eks. ved Balangen, Hopen og Saltstrømmen, sees talrige granitgange; i den indre del af Skjærstadfjorden derimod har jeg aldrig noteret granit eller granitgange, — i stort antal kan de i alle fald ikke optræde.

— Opstikkende knauser i torvmyren mellem Nordvikbotn—Valnæs-fjorden og Vensæt: kvartsrig gl.-sk. med tynde bukledede kvartsskiferlag; strøg N 30° O, fald etsteds 65° vest, andre steder fladere fald mod vest. — Omkring Vensæt: kruset gl.-sk., jævnlig med store kvartslinser, undertiden granatførende; ofte kun iklædt halvkrystallinsk dragt, som lerglimmerskifer, endog glinsende skifer; kvartsglimmerskifer, lidt kvartsskifer, hornblendeskifer og gneis. (Dette kompleks kaldes senere for kortheds skyld „Vensæt-skifere“). Strøg regelmæssig NNO å N 30° O, fald oftest mellem 20—35° vest, op til 40—55°, middel 25—30°; efter støgretningen undertiden i større bøjninger. Smaaodderne langs fjorden med længderetning efter strøget. — Vensæt—Holstad: De samme skifere, nær Holstad enkelte lag af kalksten og tyndbladig kvartsskifer; strøg som før, fald 25—35° vest. — Bugten ved Røvik: fornemmelig grøn tyndskifrig glinsende skifer, — bugten og dalen følgende disse, antydende erosion, — ofte med kvartslinser; lidt kruset, fald 25—30° vest. — Under disse, paa odden øst for Røvikbugten, tyndskifrig kvartsitisk granulit (som over Tortenli-kalken), mægtighed op til et halvt hundrede m., fald 25° vest; herunder glinsende skifer i veksel med konglomerat, derpaa Fauskeidets kalk og marmor, omtales nøiere under næste afsnit.

Paa sydsiden af Skjærstadvjorden ligger skiferne og kalkstenene mellem Jelbuaas, Kvandal og Tjetnæs i fladt bølgende lag, med vakker saddelfold ved Tjetnæs; jeg fik ikke anledning til at udstrække mine undersøgelser længere mod vest, for strækningen her kan vi dog henholde os til *T. Lassens* dagbog (1876): Omtrent ¼ mil SO for Bredvig kalksten og skifer, strøg NNO, fald vest; her et ca. 20 m. mægtigt lag af hvid tæt kvartsit (sandsynligvis det samme som i odden øst for Røvikbugten); samme strøg og fald. Ved Garsvand, ret i syd for Bredvig, strøg NNO, fald vest. — Videre vestover mod Skjærstad kirke: Ved næsset straks vest for Bredvig gneis og glimmerskifer, strøg NNO, fald 20° vest; omtrent samme strøg og fald hersker helt frem til Skjærstad. (Om Misvær fjorden side 22.)

Fra Tværaabækken nær Tortenli, i den søndre halvdel af Fauskeidet gik jeg op et profil (fig. 2, no. 9) mod vest, til over midtveis til Næverhaug-dalføret; rækkefølgen her er: nederst Fauskeidets marmor- og kalklag, over dette kvartsit-granulit, løs glinsende skifer, paany mægtig kalk, derover et lidet konglomerat, — om disse lag se senere, — videre til vandskillet (høide ca. 420 m. o. h.) mellem Fauskeidet og Næverhaug-dalen glinsende skifer og glimmerskifer osv., som ved Vensæt, med kvartslinser, oftest stærkt krusede og smaa-boiede, fald mod vest, i det hele og store steilere end i profilet (fig. 2, no. 5) langs fjorden; derover et temmelig mægtigt lag af tyndskifrig, hvid kvartsit, noget boiet, med lidt vekslende fald, steilt mod vest; videre fortsætter, fremdeles med fald mod vest, de vanlige glimmerskifere og glinsende skifere. — Den her opgaaede profillinje rækker næsten hen til det niveau, hvortil vi naaede ved profil fig. 3 og fig. 2, fra Jordbro over Østenkleft og endnu længere mod øst for Næverhaugdalen.

Det fremgaar af denne række parallel-profiler, at man ved vandring fra Næverhaugen—Valnæs-fjorden—Misvær-fjorden til Fauskeidets marmor-niveau stadig kommer lavere og lavere ned i lagrækken, — i alle fald hvis der ikke foreligger forkastninger efter strøgetningen.

Fauskeidets marmor stikker i Sørfolden ud ved Dypvik (se fig. 1); mellem dette punkt og Røsvik (N 30° O for Næverhaugen) forefinder vi fremdeles de samme slags skifere og kalkstene som de nys beskrevne; lagstillingen synes dog her, efter den vistnok meget flygtige undersøgelse, som jeg fik anledning til at foretage, ikke at være saa regelmæssig som længere syd; særlig foreligger der en hel del foldninger og boininger efter strøget. I den sidste del, fra Aanonsvig til Røsvik, ligeledes i selve Røsvikdalen, nær fjorden, er strøget N 30° O og NNO, med fald 45—70° mod vest; bergarter glimmerskifer, undertiden granatrig, hornblendeskifer og glinsende skifer, med enkelte forholdsvis smaa kalklag (se *K. Pettersens* profil over Røsvik-

daalen¹⁾, Archiv B. 11). — *K. P.* antager, at vi ved Røsvik skal befinde os omtrent paa samme stratigrafiske niveau som ved Næverhaugen; den karakteristiske kvartsit-granulitzone i sidstnævnte felt gjenfinder vi dog ikke, heller ikke den mægtige kalksten, — og at dømme efter profilerne, med udgangspunkt Fauskeidets marmorlinje, kan Røsvik ikke ligge fuldt saa høit oppe i lagrækken som Næverhaugen. En mulig fortsættelse af det lange jernmalm-leie maa altsaa være at søge lidt længere mod vest.

Den indre del af Skjærstad- og Foldenfjordene,
marmorfelterne ved Fauskeidet, Kvandal, Leifsæt, Kvæn-
flauet osv; Øinæs-konglomeratet; profilet Nedrevand—
Ørevand til Langvand.

Fauskeidets marmor (dolomit-marmor). — Det brede, lavtliggende Fauskeid eller Salteid²⁾, som strækker sig fra Klungset- og Fauskevikene i Skjærstadvfjorden over til Dypvik i Sørfolden, begrænses mod vest (egentlig VNV) af et kolossalt marmor-kalk-lag, som forløber kontinuerlig fra fjord til fjord, i mindst 15 kilom.'s længde og med strøg temmelig nøiagtig NNO (eller N 30° O), se kartskitset fig. 1. — Som profilerne, fig. 2, no. 7—10 og i større maalestok fig. 7, no. 1—5, angiver, møder man først nederst ved myrkanten den mægtige hvide marmor [dolomit-marmor³⁾], der oftest hæver sig som en liden aasryg; derpaa følger et kalkstenlag („Grobkalk“) oftest af omkring 250—300 m.'s tykkelse, og dette igjen overleies af et temmelig mægtigt kvartsit-granulit-skikt.

1) Denne staar, ved et nogenlunde lavt skar, i forbindelse med Næverhaugens og Hals- og Hummelvands dalføre.

2) Om selve eidet nærmere i den „orografiske oversigt“.

3) Om den kemisk-mineralogiske sammensætning senere.

Baade paa grund af den theoretiske og den praktisk-økonomiske interesse, som disse kolossalt mægtige skikt afgiver, opmaalttes nogenlunde nøiagtig (med maalesnor og aneroidbarometer) en række profiler (fig. 7), som vi først skal gennemgaa.

No. 1, profil over Dypvik gaard (ved Sørfolden, cfr. no. 7 paa fig. 2). Nederst i det liggende, ved fjorden og paa østsiden af Dypvik-bugten, kalksten og kalkglimmerskifer, fald 70° vest, derpaa 50 m. tildækket; hvid og graahvid marmor (dolomitmarmor), 200 m. maalt horizontalt, fald 75° vest; paany marmor, 200 m. maalt hor., stærkt tildækket, fald 70° — 25° , middel ca. 45° vest, samlet marmor-mægtighed altsaa ca. 330 m.; — derover tyndskifrig graa kalksten, undertiden vekslende med tynde marmorlag, etsteds ogsaa indleiet et ca. 5 m. tykt skikt af sort glimmerskifer; 260 m. maalt hor., fald 25° vest, mægtighed ca. 110 m., — kalk-marmorrens samlede mægtighed altsaa ca. 440 m.; — over kalkstenen hornblendegranulit og kvartsit.

No. 2, over Kvitblik gaard (cfr. fig. 2, no. 8): Ude i den flade Fauskeid-myr, nær marmor-draget, stikker op en liden aas, bestaaende af glimmerskifer, undertiden med granater („tytberg“), lidt kvartsit, glinsende skifer, et enkelt lidet kalklag, fald ca. 75° vest; derpaa ca. 200 m. aldeles tildækket, flad myr; — saa marmor i 220 m.'s horizontal bredde, fald 55° vest, mægtighed 180 m.; — derpaa lokalt indleiet et linseformigt skikt, indtil ca. 20 m. tykt, af nøiagtig den samme slags hornblendegranulit og kvartsit, som ellers følger ovenpaa kalkstenen; her begynder fjeldet at hæve sig brat; — over granuliten først marmor (mægtighed et par hundrede m.), hvid, undertiden blaa-skyet, med enkelte smaa lag af graa kalk, etsteds intim veksel i nogle m.'s bredde af hvid dolomit-marmor og rød (rutilførende) marmor, med glimmer, som ved Leifsæt, dog ikke saa vakker som der (se under „rød marmor“); — derpaa den vanlige kalksten, mindst 100 m. mægtig, — og øverst som ellers hn.bl.-granulit & kvartsit, fald 55° vest. — Marmor-kalk-lagets samlede mægtighed, mellem ca. 500 og ca. 700 m., blev her ikke opgaaet saa nøiagtig som ved de øvrige snit.

No. 3, efter Tveraabækken (cfr. fig. 2, no. 9): Myren til øst for marmordraget er her, som ved de to følgende profiler, aldeles flad og uden blottet fjeld; grænsen mod det liggende er altsaa umulig at bestemme. — I den yderst svage skraaning nederst i lien stikker paa mange steder op hvid (og gulagtig hvid) marmor¹⁾, maalt horizontal bredde 400 m., fald regelmæssig 70° vest; videre ved fossen hvid marmor i 230 m.'s bredde, fald 70°²⁾, marmorens mægtighed altsaa i minimum 590 m.; — veksel mellem hvid marmor og graa, oftest tyndskifrig kalk i 70 m.'s bredde, fald 70° vest, mægtighed 65 m.; — øverst tyndskifrig kalksten, undertiden med lidt kalkglimmerskifer og enkelte mindre lag af glinsende skifer, bredde 200 m., fald 70° vest, mægtighed ca. 190 m.; — tilslut hn.bl.-granulit & kvartsit. — Marmor-kalk-lagets samlede mægtighed *mindst ca. 845 m.*

No. 4, et par hundrede skridt nord for Tortenli-gaardene (cfr. fig. 2, no. 10): nærmest den flade myr i ca. 80 m.'s bredde stikker op løse marmorblokke, formentlig antydende marmor (hvid og gulagtig hvid) i bunden; op til veien ved bruddene 200 m., hvid marmor, fald ca. 30—40° vest; senere hvid marmor i ca. 250 m.'s bredde, fald først 35°, senere 45° og tilslut 55° vest; — øverst først graa kalk i veksel med hvid marmor, senere graa, tyndskifrig, ofte „stinkende“ kalk, i 370 m.'s bredde, fald 50—65°, middel ca. 55° vest; — tilslut hnbl.-granulit & kvartsit. — Marmor-kalk-lagets samlede mægtighed *mindst ca. 630 m.*

Søndenfor Tortenli-gaardene forefinder vi i den nedre del af det mæglige karbonat-lag en lokal bøining, hvad bedst fremgaar af profil

No. 5, over Løgafien: nederst ved myrkanten en liden aasryg, bygget af Løgafiens karakteristiske rød-hvid-brogede marmor (herom senere), som følges i bredde ca. 230 m. tværs over strøgetningen; faldet er her ca. 15 m. mod øst, altsaa til anden kant end ellers. — Vest for Løgafien først myr ca. 300

1) Etsteds lidt nord for profillinjen findes ogsaa et par skikt af graa kalksten.

2) Marmorens bænknung gaar her i det hele og store parallelt med overfladen, fald altsaa ca. 15—20° mod øst (eller OSO); se under afsnittet „marmorens tekniske anvendelse“.

m. bred, hvid marmor i omtrent horizontal lagstilling hist og her opstikkende; længere mod vest hvid marmor i 260 m.'s bredde, fald først 20° , senere 35° , 45° , 55° og tilslut $60-70^\circ$ vest; — endelig først hvid marmor i veksel med graa kalk, senere kun den graa, tyndskifrige kalk, i 260 m.'s bredde, fald 70° vest, — og øverst hn.bl.-granulit & kvartsit. — Marmor-kalk-laget viser i dette profil en samlet horizontal bredde af ca. 1050 m.; mægtigheden kan ikke bestemmes sikkert, dog er den i alle fald over 4 à 500 m.

Et par kilom. længere mod syd stikker marmor-kalk-laget (ved et baadnøst under Klungset-gaardene, fig. 2, no. 5) ud i Skjærstadvjorden: i det liggende anstaar her, med svagt vestligt fald, lidt konglomerat („Øinæs-konglomerat“), kvartsit & granulit og glinsende skifer, derpaa følger først nogle bænke hvid og blaaskyet marmor samt rød-hvid-broget marmor (noiagtig som i Løgafien, profil no. 5, ved Klungset dog med mere skifer), senere hvid marmor og øverst graa kalk, som ellers; fald ca. 15° vest. Karbonatlagets samlede mægtighed er her neppe engang 50 m.

I henhold til disse observationer bliver marmor-kalk-laget at opfatte som en vældig, omkring 20 kilom. lang¹⁾ linseformig indleining, som i partiet omkring Tveraa og Tortenli naar sin største mægtighed, nemlig mindst ca. 850 m., rimeligvis omkring 1000 m.²⁾; mod syd spidser linsen hurtigt ind, mod nord derimod aftager mægtigheden langsommere.

Profilerne ved Klungsetbugten (fig. 2, no. 5) og ved Løgafien (fig. 7, no. 5) viser, at „Løgafiens rød-hvid-brogede marmor“ hører hjemme paa det laveste stratigrafiske niveau inden marmor-kalk-draget; det halv konglomerat-lignende lag strækker sig kun over den søndre halvdel af feltet; ved Dypvik og Kvitblik, muligens ogsaa allerede ved Tveraa, er det aldeles udkilet. — Vi kan sætte dette i forbindelse med, at vi i den søndre del, ved

¹⁾ Laget gaar ud i Sørfolden, mindst ca. 15 kilom. fra Klungsetbugten, med mægtighed ca. 440 m.; sandsynligvis fortsætter det adskillige kilom. under fjorden, længere mod NNO.

²⁾ Marmoren fortsætter sandsynligvis et stykke ind under myren.

Skjærstadvjorden, møder konglomerat baade over og under marmor-kalk-laget, medens disse dannelser synes at mangle i Sørfolden.

Umiddelbart over kalk-marmoren følger et kvartsit-granulit-skikt, — dels ren kvartsit og muskovit-rig kvartsskifer og dels finkornig granulit¹⁾, med hornblende-knipper paa lagfladerne, — som ogsaa naar sin største mægtighed, op til et par hundrede m., kanske 250 m., ovenfor Tveraa og Tortenli; mod syd svinder det hurtig ind, mod nord derimod fortsætter det med ganske betydelig tykkelse; fald oftest 40—70° vest. — Dette lag hæver sig, paa grund af bergartens mekaniske og kemiske modstandskraft, som en oftest skarpt fremtrædende, forholdsvis nøgen ryg²⁾, kjendelig i lang afstand.

Som allerede berørt, er lignende bergart etsteds (ovenfor Kvitblik, profil fig. 7, no. 2) ogsaa indleiet inde i selve marmorlaget.

Den betydelige mægtighed, — nemlig indtil omkring 1 kilom., — som vort karbonat-lag udviser, kunde muligens fremkalde en mistanke om, at vi i virkeligheden ikke skulde have at gjøre med et enkelt skikt, men med en eller flere sammenpressede foldningsgrene; mægtigheden maatte i saa fald blive at dividere med to eller kanske med endnu høiere tal. Denne formodning kunde tilsyneladende bestyrkes derved, at vi lidt syd for Tortenli møder omtrent horizontal lagstilling og etsteds — ved Løgaffen, profil no. 5 — endog svagt fald mod øst, istedetfor som ellers mod vest; alligevel viser undersøgelserne, at vi har for os en enkelt forløbende skiktfølge. I modsat fald maatte nemlig det mægtige, solide kvartsit-granulit-lag ikke alene optræde vest, men ogsaa øst for karbonat-draget, videre maatte vi ogsaa forefinde den graa kalksten-zone, hvis mægtighed naar op til 2 à 300 m., langs myrkanten; her anstaar dog overalt marmor (dolomit).

I forrige afsnit gjenngik vi i korthed skiktfølgen mellem Næverhaug-linjen og Fauskeidets marmor; her skal kun indskydes nogle supplerende bemærkninger om de umiddelbart over

¹⁾ Denne falder i store, ofte temmelig tynde heller, som har fundet lidt anvendelse til brandmur osv.

²⁾ Langs den forholdsvis løse kalksten, mellem kvartsit-ryggen og den ganske lave dolomit-ryg, finder vi en liden dalformig indsenkning med myr og flere smaaavande.

kalk-marmoren følgende bergarter. — Først den nys beskrevne kvartsit-granulit, derover (se fig. 2, profil no. 9 og 10) en række løse, let smuldrende, finschuppige glinsende skifere med kvartslinser, undertiden vekslende med granatførende glimmerskifer („tytberg“); horizontal bredde ca. 500 m., fald ca. 25° vest (mægtighed ca. 250 m.). — Derpaa paany et mægtigt lag af graa kalksten, som kan følges næsten fra Klungsetviken ved Skjærstadvik til Dypvik i Sørfolden; ogsaa dette synes at naa sin største udvikling ret op for Tortenli og Tveraa, hvor tykkelsen gaar op til ca. 4 à 500 m.; fald $30-50^{\circ}$, middel 35° vest. Ogsaa ved denne kalksten finder vi lignende kvartsit-granulit som over det store marmor-kalk-lag. — Høiere op i lagrækken møder vi først et konglomerat, med typus som Øinæs-konglomeratet, dog uden røde kalkstriber, vekslende med glinsende skifer; strækningsretning efter strøget, fald horizontalt eller ca. 10° mod SSV. Derover de vanlige glimmerskifere og glinsende skifere.

Øinæs-halvøen og den søndre del af Fauskeidet, — Øinæs-konglomeratet. — Som allerede saavidt berørt, anstaar ved Klungsetbugten (fig. 2, no. 5) umiddelbart *under* Fauskeidets kalk-marmor-lag et mægtigt kvartskonglomerat, som ogsaa gjenfindes, efter strogretningen, over den vestre del af Øinæs-halvøen¹⁾; vi kan følgelig forskyve vor profillinje fra den stærkt tildækkede strand ved Klungsetbugten (fig. 2, no. 5) til sydenden af den nævnte odde (fig. 2, no. 14 og fig. 8, no. 4).

Selve Øinæs-skavlen, — halvøens SV-stre spids, — hæver sig som et lidet, men skarpt markeret „forberg“, bestaaende øverst i lagrækken af et skikt tyndbladig kvartsit (dynamometamorfoaseret kvarts-sandsten) og derunder et flere 100 m. mægtigt, stærkt presset eller strakt og desuden ogsaa finkruset kvartskonglomerat, hvis udbredelse indover øen findes antyd-

¹⁾ *Karl Pettersen* (Archiv, B. 11) opfører, dog under tvivl, konglomeratet ved Øinæs ligesom ogsaa den tilsvarende skiktfølge i Stormøsfjeldet, Øvre-vand, som henhørende under Balsfjord-gruppen; undersøgelsen viser dog, at konglomeratet er indlagret i det vanlige i distriktet herskende skiferfelt, med kalksten og marmor baade over og under.

paa kartet (fig. 1). Bollerne bestaar hovedsagelig af ren kvarts, som ved det mekaniske tryk er bleven opknust i ganske fine korn¹); hist og her møder vi ogsaa enkelte boller af en bergart (gneis eller skifer?), hvis oprindelige natur ikke med sikkerhed kan bestemmes paa grund af de i rigelig mængde ved dynamo-metamorfofen epigenetisk dannede mineraler (epidot, hornblende, biotit osv.). Bindemiddelet er fyllitisk skifer, ligeledes med de samme nydannede mineraler og jævnlig med en hel del primær kalkspath, saa bergarten gaar over til en slags kalkglimmerskifer; desuden møder vi ofte rene striber eller smaalag dels af hvid dolomit-marmor (udseende som Fauskeidets marmor) og dels af rød, rutilførende marmor, med lidt grøn, kromførende glimmer, fuchsit (som ved Leifsæt). — Kvartsbollerne naar ofte betydelige dimensioner, efter strækningsretningen hyppig længde af ca. 0.4—0.5 m. og endog op til ca. 1 m.

Strækningen, med retning NNO—SSV (som strøget) og fald horizontalt eller 5—10° mod NNO, er i den grad indgribende, at bollernes længderetning, bredde (efter lagfladen) og tykkelse (normalt paa lagfladen) staar i forhold til hinanden som omkring 6 å 8 : 1.5 å 2 : 1; mange boller, som kan plukkes ud med haand, viser form som cigar.]

Baade strækningen og finkrusningen illustreres bedst ved de hosstaaende tegninger (næste side), fig. 10, a, vertikalsnit (\perp strækningen eller strøget) og fig. 10, b, horizontalsnit (\neq strækningen).

Paa fig. a, øverst tilvenstre, sees en S-formig høiet kvartsbolle, — og tilvenstre paa fig. b finder [vi den ene kvartsbolle fuldstændig presset ind i den anden²).

Umiddelbart *under* konglomeratet, som i det hele og store viser samme strøg (NNO—SSV) og fald (ca. 40—45° vest) som de omgivende skifere, følger (se fig. 2, no. 14 og fig. 8, no. 4) en meget mægtig serie af graa eller blaagraa kalksten, hyppig med mindre indleininger af hvid dolomit-marmor, og kalkglim-

¹) Præparat \perp og \neq strækningsretningen viser samme karakter; kvartskornene jævnlig med undules udslukning.

²) Lignende forholde er som bekjendt tidligere beskrevne af A. Heim, H. H. Reusch m. fl.

Fig. 10, a.

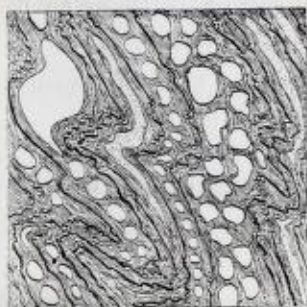
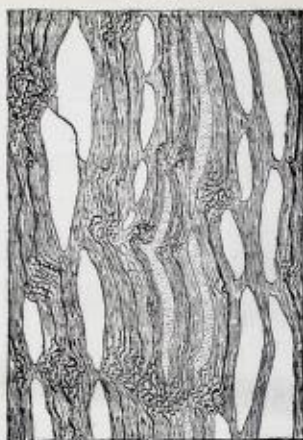

 $\left(\frac{1}{5}\right)$

Fig. 10, b.



Skifer

Marmor-
lagKvarta-
balle

Øinæs-konglomerat i snit \perp og \parallel stræk-
ningsretningen.

merskifer samt glinsende skifer, nærmest under konglomeratet hist og her veksellagrende med mindre konglomerat-skikt og med den samme eiendommelige rød-hvide marmor med konglomerat-boller som ved Lund-Klungsetviken (se næste side). — Det mest fremtrædende kalkstenlag, ved SO-spidsen af halvøen, viser mægtighed paa et par, kanske endog fire hundrede m., og endnu længere nede i skiktrækken, nemlig ved Knurvig (fig. 8, no. 3) og længere nord mod Erikstad (fig. 8, no. 2), møder vi paa flere ganske betydelige kalklag, fremdeles med enkelte mindre skikt af dolomit-marmor. — Mægtigheden af alle disse kalkstene med mellemliggende skifere, hvilke sidste undertiden viser udseende temmelig nøiagtig som „Røros-skiferne“, gaar paa Øinæshalvøen vistnok op til ikke under 1500 m., hvoraf kalksten med kalkglimmerskifer antagelig udgjør mindst halvparten.

Ved Lund (fig. 8, no. 1), inderst i Klungsetbugten (hvor tangen mellem Øinæshalvøen og fastlandet er paa det smaleste), optræder der — vekslende med graa kalksten, hvid dolomit-marmor, glimmerskifer og glinsende skifer — en eiendommelig bergart, der kan opfattes som et mellemlid mellem Øinæs-konglomeratet og Løgafens rød-hvid-brogede marmor. — I Lund-bergarten kan

vi holde ud fra hinanden flere forskellige bestanddele: 1) fladtrykte og i længden udpressede linser (boller) af kvarts — opknust til fint korn — og af gneis, skifer eller granit, med epigenetisk dannet epidot osv.; 2) som bindemiddel linseformigt begrænsede smaalag af a) hvid dolomit-marmor og b) lyserød kalkspath-marmor, med grøn kromførende glimmer og talrige mikroskopiske interpositioner af rutil (se under „rød marmor“); videre som bindemiddel 3) noget skifer med epigenetisk dannet epidot osv. — Strøg og fald som ellers (fald ca. 35° vest), og strækningsretning ca. $15-20^{\circ}$ mod NN).

Øinæs-konglomeratet og den hermed i visse henseender analoge bergart ved Lund fortsætter over til Klungset, under Fauskeidets kalk-marmor-lag, og strækker sig sandsynligvis fremdeles nogle faa kilom. op Fauskeidet, dog ikke saa langt som til Kvitblik og neppe forbi Tveraa. — Den under konglomeratet optrædende kalksten- og skifer-serie derimod forløber kontinuerlig fra Øinæs-halvøen helt over til Sørfolden; Fauskeidet er vistnok for den allervæsentligste del dækket ved myrstrækninger, paa talrige punkter (f.eks. ved Fauske kirke, en hel del mindre aasrygger øst for Tortenli, Tveraa og Kvitblik) stikker dog op i alle fald saa pas meget fast fjeld, at det kan afgjøres, at fjeldgrunden under eidet er bygget af kalksten med kalkglimmerskifer og lidt glimmerskifer osv.; fald ca. $50-70^{\circ}$ vest. — Ogsaa hvor Fauskeidet munder ud i Sørfolden (fig. 2, profil no. 11), møder vi hovedsagelig kalksten.

Fauske — Fineidstrømmen — Nedrevand¹⁾ (fig. 2, profil no. 15). — Langs bunden af Fauskeviken stikker nu og da op nogle skiferpartier, nemlig glimmerskifer med lidt gneis og hornblendeskifer samt noget forholdsvis stærkt krystallinsk udviklet lerglimmerskifer, endelig kvartsit („blaa kvarts“) osv.; strøg som ellers, NNO, og temmelig svagt vestligt fald; stærkt kruset. Endnu lidt længere mod øst, ved veien fra Fauskeviken til Fineide (ved Nedrevand) møder vi de samme skifere, i

¹⁾ Se herom ogsaa *Lassens* afh. (I, c.) og *K. Pettersen*, *Archiv B.* 11, side 400--401.

yderst stærkt sammenpressede bølger; bergarterne er her ikklædt en noget mere krystallinsk dragt end ellers, af hvilken grund *K. Pettersen* kommer til det resultat, at det lille parti „antagelig bør indordnes under urberget“. Denne opfatning kan jeg dog af flere grunde ikke tiltræde: Skiferne minder i sit udseende ikke om grundfjeldets bergarter, men om stærkt regionalmeta-morfoserede skikt, som man hist og her kan træffe i utvivlsomt postazoiske lagrækker (f. eks. „Gula-skiferne“ nogle jernbanestationer syd for Støren); desuden er indleiet nogle halvkrystallinske skifere og enkelte mindre lag af kalksten og kalkglimmerskifer, som ellers i den foreliggende laggruppe. Endelig viser det lille felt ved Fineidet samme strøg og fald som de tilstødende sedimentære bergarter.

Paa nordsiden af Nedrevand noteres, ved vandring fra vest (Fineide) til øst (Hjemgam) følgende serie: først de vanlige „Vensæt-skifere“ (cfr. side 27), — derunder graa, stærkt uren, glimmer- og kvartsførende kalksten, vekslende med kalkglimmerskifer, mægtighed 60—80 m.; strøget ved Fineide er NNO, længere øst først N 30° O, senere NO og N 40° O; steilt vestligt fald; — halvkrystallinske skifere, mindende om „Røros-skiferne“, med enkelte tynde kalkbænke og rusten glimmerskifer, fald først 70—80° vest, senere gradvis fladere og fladere, tilslut kun 30° vest; — derpaa, ved Øvre Vatnegaard, en del temmelig mægtige, urene kalklag (med enkelte indleininger af hvid dolomit-marmor) og kalkglimmerskifer m. m., dannende en stor og smuk *saddelfold* (se herom ogsaa *Lassens* profil). — Ved Os og Mosti, ved den østre ende af Nedrevand, gjenfinder vi den samme kalksten som ved Vatne; samme strøg, men faldet har slaaet over fra vestligt til østligt, — og ved fortsat reise op Øvrevand møder vi gennemgaaende østlige fald (se et senere afsnit).

Leifsæt-odden med rød-stribet marmor¹⁾ (*førende fuchsit og mikroskopisk rutil*). Cfr. fig. 2, no. 17—18 og fig. 9.

Fra Fineidstrømmen sydover langs Leifsæt-halvøen passerer omtrent den samme skiferrække, — nemlig ganske mægtig kalk-

¹⁾ Denne anvendes nu til gulvfliser i Trondhjems domkirke.

sten med kalkglimmerskifere, glimmerskifer, glinsende skifer osv. — som ved Nedrevand; faldet er, i alle fald søndenfor Sysselvik (fig. 2, no. 17) svagt østligt eller sydøstligt, mellem 15° og 45° , og strøget falder inden grænserne NO og O 35° N (lignende strøg ogsaa ved den østre del af Nedrevand, ved Næverhaugen — Fauskeidet — Øinæs derimod altid NNO og N 30° O).

I profilerne (fig. 2, no. 18 og fig. 9, no. 1—2) over selve odden anstaar nederst de vanlige skifere, med mindre kalkbænke, derpaa mægtig kalksten (mægtighed antagelig mindst 100 m.), — paa nogle glimmer- og hornblendeskifere osv., med kalkglimmerskifer, stærkt kruset, for en væsentlig del tildækket, ved dyrket mark; — derover marmor-laget, — og over dette først lidt skifer, senere nogle kalkbænke (hvorpaa anlagt et kalkbrud) og diverse skifere, bl. a. lidt kvartsskifer.

Marmor-laget hæver sig som en liden ryg (fig. 9, no. 3), — med dyrket mark paa begge sider, — der efter strøget, O 35° N, følges i ca. 650—700 m.'s længde; den horizontale bredde er 60—65 m.; fald 40° mod sydøst, mægtighed altsaa omkring 40 m.; ryggen høieste punkt ligger omkring 22—25 m. over høieste vandstand¹⁾.

Den ved Leifsæt optrædende marmor-bergart bestaar af en intim og regelmæssig veksling af forskjellig-farvet, oftest rød, undertiden gul, hvid, sjældnere svagt grønlig graa eller rødgul marmor [kalkspath-marmor²⁾], med enkelte rene glimmer- og taikskikt og glimmerrige marmorlag; i de glimmerrige partier optræder ogsaa lidt svovlkis i smaa, aldeles friske, vel udviklede krystaller $\left(\frac{\infty 0 2}{2} \cdot \infty 0 \infty\right)$. — Hvert enkelt af de ensfarvede marmor-smaalag kan naa op til tykkelse indtil 12—15 cm., i regelen

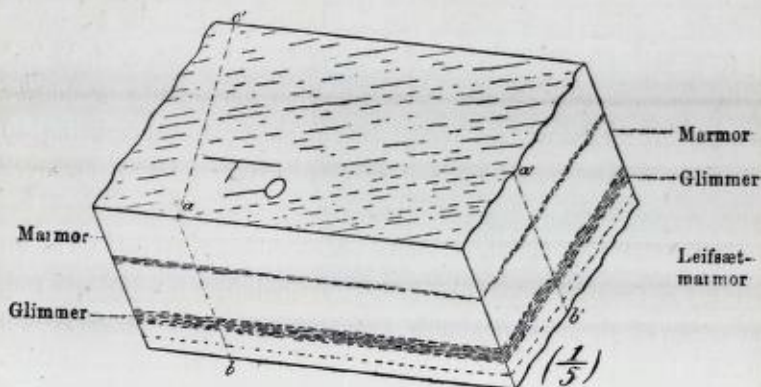
¹⁾ Dimensionerne er altsaa ikke særdeles betydelige, alligevel vil forekomsten kunne levere ganske anseelige kvantiteter. — I 400 m.'s længde kan bruddene gives en vertikal dybde paa mindst ca. 10 m., — altsaa $400 \times 60 \times 10 = 240,000 \text{ m}^3$. Af hver m^3 maa man i middel i alle fald kunne paa-regne at faa en, sandsynligvis vel snarere en hel del m^2 slebne heller eller fliser, o: forekomsten kan levere material til at bedække med gulv- eller væg-fliser et areal af størrelse flere 100,000 m^2 .

²⁾ Om den kemiske sammensætning og de ledsagende mineraler, rutil og fuchsit, senere (side 49—54).

er de dog betydelig smalere, paa kun en eller nogle faa cm.; da farverne er meget livlige og hyppigt vekslende, faar det hele et vakker broget udseende, i rødt, gult, hvidt og lidt grønt¹⁾. Bergarten er opdelt ved afløsningssletter, efter de glimmer- eller talkrige smaalag, med indbyrdes afstand mellem ca. 10 og 35 cm.; de fleste ved brydningen producerede heller falder i tykkelse ca. 20—25 cm.

Hele skiktsystemet ved Leifsæt har været underkastet en indgribende strækning efter retning SSV—NNO, med fald 30° mod SSV; lagningens strøg er O 35° N — V 35° S, med fald omkring 40° mod syd, — paa lagfladerne danner følgelig strækningsretningen en vinkel paa omkring 20° med strøgetningen (se fig. 11). Efter lagfladen spaltes bergarten let, desuden gaar

Fig. 11.



der god „kloiv“ efter strækningen (aa'—bb') og god „bust“ efter et plan (c'ab) lodret paa lagfladen og strækningen; hellerne, som kan blive indtil ca. 15—20 m. lange og 4—5 m. brede, brydes følgelig med længderetningen ikke horizontalt, efter strøgetningen, men paa skraa, efter strækningslinjen.

Profil fig. 2, no. 19, fra Leifsæt via Kvænflauet til nær Grytvik (henimod Rognan, bunden af Saltfjorden).

Ved Kvænflauet — et karakteristisk fjeld med næsten steil styrt ud mod fjorden — møder vi igjen mægtig kalksten (mægtighed efter skjøn ikke under 350 m., antagelig 4 à 500 m.) i

¹⁾ Den grønne farve fremkaldes særlig ved kromførende glimmer.

bølgende skiktstilling, som paa profilet antydet. Den graa kalk veksler temmelig hyppig med tynde indleininger af hvid eller graahvid, undertiden ogsaa gulhvid marmor og enkelte skiferpartier; etsteds, ved Kvænflaet marmor-brud — eller rettere „marmor-grotte“¹⁾ — gaar tykkelsen af den rene, hvide marmor (dolomit-marmor) lokalt op til et snes m., mod siderne smalner laget dog hurtig ind. Umiddelbart over den hvide marmor finder vi ogsaa her enkelte ganske tynde skikt af rød, rutilførende kalkspath-marmor, med glimmer, aldeles som ved Leifsæt, dog paa langt nær ikke saa vakkert som der.

I den øvre del fører den mægtige kalksten et par mindre lag af konglomerat-lignende „marmor-skifer“, nøiagtig som ved Lund-Klungsetbugten.

Mellem Leifsæt og Kvænflaet de vanlige skifere, med enkelte mindre kalk- og marmor-indleininger, — etsteds ogsaa et ganske lidet svovlkis-leie i glimmerskifer, umiddelbart ved hvid marmor, — i temmelig steil lagstilling, sandsynligvis dannede en synklinal fold; strøg NNO, N 30° O og NO. — Indenfor Kvænflaet, henimod Grytvik, paany mægtig kalksten, hist og her med lidt rød kalkspath-marmor og hvid dolomit-marmor, vekslede med skifer; strøg NNO og N 30° O, fald hovedsagelig mod vest.

Kalkstenene i dette parti udmærker sig ved meget hyppig at føre linseformige indleininger af haard skifer, som modstaar erosion, og som følgelig blir stikkende frem, ofte endog i fodlange spidser, paa overfladen.

Sydsiden af Skjærstadjorden (fig. 2, no. 20 og 21). — Ved Tjetnæs, lige i syd for Øinæs-skavlen, danner skiktsystemet en smuk saddelfold (fig. 2, no. 20), med foldningsakse stupende mod SV²⁾; nederst ved fjordkanten finder vi en række hvælvformigt omboiede kalkbænke og skifere (ekvivalende skiktserien i den østre eller OSO'stre del af Øinæs-halvoen), derover optræder først

¹⁾ Bruddet ligger i en grotte eller hule, eroderet efter karbonat-laget, kun nogle faa m. over vandspeilet.

²⁾ Foldningen her kan illustreres ved de schematiske tegninger i *H. Reusch's* arbeide „Bømmeloen og Karmøen“, side 175.

et strakt konglomerat, identisk med Øinæs-konglomeratet, og senere lignende konglomerat-dannelser som ved Stornæs (Øvre-vand) og Lund-Klungsetbugten (side 37 og 43).

Som tidligere omhandlet (side 27), stiger man mod vest, fra Tjetnæs henimod Skjærstad kirke, stadig høiere og høiere op i lagrækken, — mod øst derimod observeres oftest temmelig svævende skiktstilling, med strøgetning O—ONO, sjelden O 35° N, og forholdsvis svage fald mod S og SSO.

Indenfor *Kvandal* forefinder vi meget mægtige kalkstene, som synes at tilhøre lidt høiere niveau end Øinæs-konglomeratet, og som følgelig i de grove drag maa ekvivalere Fauskeidets kalk-marmor-bælte.

Lige nede ved gaarden Kvandal optræder der inde i den mægtige graa kalksten en del mindre skikt baade af hvid dolomit-marmor, af lyserød rutilførende kalkspath-marmor, den sidste med samme typus som ved Leifsæt, dog af lysere farve, og endelig af Løgafens rød-hvid-brogede marmor, med grøn kromholdig glimmer. — Lidt høiere oppe i skiktrækken, 0.5 à 0.75 kilom. fra fjorden og i høide ca. 200 m. o. h., finder vi etsteds inde i kalkstenen et lag hvid dolomit-marmor, af mægtighed omkring 40 m. („brud no. 1“, strøg O 5° N, fald 10—20° mod S), — aldeles analog forekomst ogsaa 1/2 times gang længere mod SO („brud no. 2“, høide ca. 230 m. o. h.; strøg O 20° N, fald 30° syd; mægtighed hundrede eller et par hundrede m.); — endnu et par kilom. længere mod SO eller OSO (ved „forekomst no. 3“) et parti rød-hvid-broget marmor, med grøn kromholdig glimmer, af samme karakter som ved Løgafsen.

De mægtige kalkstene indenfor Kvandal viser samme habitus som Kvænflaues kalk-marmor; beggesteds møder vi ogsaa i det hele og store temmelig svævende lagstilling, og der kan vel ikke være nogen tvivl om, at kalken beggesteds tilhører samme stratigrafisk niveau.

Profil fig. 2, no. 11, fra Dypvik til Stræmbotten, i bunden af Særfolden (cfr. ogsaa fig. 7, no. 1). — Umiddelbart under Fauskeidets hvide dolomit-marmor anstaar her først en del kalkbænke

med kalkglimmerskifer og andre skifere; strøg NNO, som ellers, og steilt østligt fald; videre mod øst blir faldet fladere og fladere, — derpaa møder vi, kun nogle faa hundrede m. (regnet lodret paa strøget) fra marmor-linjen en smuk saddelfold. Nærmere mod Strømbotten skifer og kalksten, den sidste ofte i meget mægtige lag og med ganske betydelige indleininger af hvid og graahvid marmor; strøg som ellers, fald steilt mod øst. Den mægtige kalk-marmor inderst i bunden af fjorden ekvivaler sandsynligvis Fauskeidets marmor, kun viser den sidste meget betydeligere dimensioner.

Profillet **Øvrevand—Langvand** (fig. 2, no. 16 og 22). — Ved Vatne—Mosti—Os i den østre del af Nedrevand noteredes en smuk saddelfold (fig. 2, no. 15); fortsættes reisen videre op Øvrevand, observeres fremdeles i det hele og store samme strøg (NNO og NO) som tidligere, men faldet er nu gjennemgaaende østligt istedetfor tidligere vestligt; vi stiger stadig høiere og høiere op i lagrækken.

I den vestre del af Øvrevand anstaar de vanlige glinsende skifere, glimmerskifere osv., oftest yderst stærkt krusede; strøg NNO og NO, fald 30—70° mod øst — derfor følger ved Stor næsfjeldet med omgivelser, i 3 à 4 kilom.'s længde, en høist karakteristisk serie af glinsende skifer, glimmerskifer osv. med kalkglimmerskifer, enkelte striber eller smaalag af hvid dolomit-marmor og rød, rutilførende kalkspath-marmor samt nogle skikt Øinæs-konglomerat, — alt yderst stærkt sammenpresset og smaa-kruset, desuden ogsaa gjennemsat af et system forkastnings-sletter (foldningsforkastninger). Paa de steile fjordsider tegner de forskjelligt farvede marmor-striber, de finkrusede skifere og det strakte konglomerat sig til høist besynderlige figurer, som enhver forbireisende maa lægge mærke til¹⁾. Faldet synes i det hele og store at være svagt østligt; at indtegne et fuldt korrekt profil lader sig dog, paa grund af de stærke krusninger og de talrige smaa forkastninger, vanskelig realisere.

Videre østover, mod Laxaamark, Laxaa og Norddalen paa

¹⁾ Se *Pettersens og Lassens* beskrivelser.

nordsiden af vandet og Storvik paa sydsiden, møder vi de vanlige „Vensæt-skifere“ (side 27), oftest stærkt krusede, strøg ca. NNO, fald ca. 60—70° mod øst, — hist og her med mindre indleininger af kalkskifer, kalksten og hvid marmor. — Ved Storvikdalen kan et lidet kalk-marmor-lag, — med hvid tyndbænket og tyndskifrig, løs marmor — af mægtighed omkring 25 m. følges i mindst omkring 3.5 kilom.'s længde, efter bunden af sækkedalen; strøg N 25° O, fald 65° øst. I fortsættelsen paa den anden side af fjorden, mellem Laxaa og Laxaamark, skal der efter opgivende ogsaa optræde lignende hvid marmor, og *K. Pettersen* (Archiv, B. 11, side 402) angiver ved Norddalen mægtig graa kalksten, strøg N 20° O; op selve dalen anstaar hovedsagelig glimmerskifere, med steilt østligt fald. — Desuden skal lidt syd eller sydost for Hjemgam, ved vestenden af Ørevand, samt paa fjeldstrækningen mellem Solvig, midt paa vandet, og Kvænflaet eller Grytvik ved Saltdalsfjorden, optræde diverse lag af hvid og graahvid marmor.

Fra Storvik—Norddalen til Skjønstu, ved den østre ende af Ørevand, har vi igjen de vanlige „Vensæt-skifere“ (side 27), med noget kalkskifer og enkelte mindre kalkbænke; strøg NNO, fald østligt; fremdeles yderst stærke krusninger og lokale foldninger.

Umiddelbart øst for Skjønstu hæver sig et temmelig høit og steilt fjeld, Middagsfjeldet, langs hvis fod elven og veien snor sig i bue. Fjeldet bestaar af gneis, gneisgranit, hornblendeskifer osv., altsaa tilsyneladende azoiske skifere; i overensstemmelse hermed opføres skiferkomplekset her af *Lassen* som henhørende til grundfjeldet. Det er mulig, at saa er tilfælde, og at vi baade her og ved Fineide staar lige over for smaa urberg-partier, som er pressede op gjennem de yngre cambriske eller siluriske skifere, eller som er blevne staaende tilbage i „horst“; en nærmere liggende forklaring er dog, at Middagsfjeldets stærkt krystallinsk udviklede bergarter simpelthen er indleiede i de omgivende skifere. Som støtte herfor kan anføres, at gneisbergarterne har samme strøg (NNO à NO) og fald (60—

80° øst) som glimmerskiferne ved siden, og at der synes at finde sted en gradvis overgang ved grænsen.

Ved Tveraamo, straks forbi Middagsfjeldet, anstaar brunsort, løs og smuldrende gl.sk. og hn.bl.sk., strøg N 30° O til NO, fald 40° mod SV, — herfra til Skjønstudal de vanlige „Vensæt-skifere“ i veksellagning med noget gneis, kvartsskifer, hornblendeskifer og dioritiske skifere (udseende som Furulunds zoisit-amfibolit-skifer); strøg oftest NNO og fald mod øst, 25–80°; oftest yderst stærkt kruset; skiferne ofte med falsk skifrigheid, strækningsfenomener osv. — Ved Skjønstudal (Fjeldet) angiver *Lassen* kalksten, fald ca. 45° øst. — Mellem Skjønstudal og dammen (fossen) omkring 1 kilom. vest for Langvand paany de vanlige „Vensæt-skifere“, med vatret kvartsgneis, kvartsskifer, hornblende-skifer og gneis osv., strøg N å NNO, fald østligt, oftest stærkt kruset og bøiet; — og endelig ved Osbakken overgang til „Sulitjelma-feltets skifergruppe“.

De forskellige kalksten- og marmor-varieteteters kemiske og mineralogiske sammensætning¹⁾.

De i Salten og Sørfolden optrædende kalk- og kalk-magnesia-karbonater kan deles i tre distinkte hovedgrupper²⁾, nemlig:

¹⁾ At trække nogen skarp, videnskabelig eller praktisk grænse mellem „marmor“ og „kalksten“ lader sig ikke gennemføre, idet begrebet „marmor“ er af ren teknisk natur. Vi vælger i dette arbejde med „marmor“ (eventuelt „dolomit-marmor“) at betegne alle de smukke, hvide eller røde, gule, brune eller anderledes farvede kalksten- (eller dolomit)- varieteter, som i alle fald kan supponeres at kunne blive af teknisk betydning, som material til finere bygningsøiemed, ornamentter osv., medens vi med „kalksten“ betegner de urene varieteter, af smudsig farve (tysk „Grobkalk“). — Vedrørende den næiere udredning af den praktiske distinktion mellem „marmor“ og „kalksten“ henvises til indledningen („Definirung des Marmors und seiner Eigenschaften“) i et arbejde „Die Marmorarten des Deutschen Reichs“ af *B. Kosmann* (Berlin, 1888); her defineres marmor som „jeder Kalkstein von körnigem oder dichtem Gefüge und von solcher Härte, dass er Politur annimmt“.

²⁾ Denne inddeling gjælder tildels ogsaa for enkelte andre distrikter inden Nordland, f. eks. Hatfjeldsdalen og Ofoten (?), derimod ikke for Ranen, se herom senere.

graa kalksten („Grobkalk“),
 hvid, undertiden gulagtig hvid dolomit-marmor og
 rød, sjældnere gul til gulbrun kalkspath-marmor, (egentlig
 marmor), — karakteriseret ved *fuchsit* og mikroskopisk *rutil*.

Kalkstenene inden vor felt er oftest smudsig graa, giver stinkende lugt ved gnidning og efterlader ved behandling med syre lidt bituminøs substans eller undertiden lidt grafit; farven skyldes hovedsagelig denne forurensning. Kun i enkelte tynde smaalag hist og her mangler den organiske substans, saa vi faar hvid eller rettere graalig hvid marmor.

En af amanuensis *Chr. Münster* udført analyse af meget grovkrystallinsk kalkspath (optrædende sammen med *fuchsit*, se side 52) fra Leifsæt kalkbrud viser:

CaO	50.17 %	Altsaa i 100 dele
MgO	4.40 „	karbonat:
FeO	0.19 „	Ca CO ₃
MnO	0.10 „	Mg CO ₃
CO ₂	44.60 „	Fe CO ₃
Uopl.	0.55 „	Mn CO ₃
<hr/>		
Sum	99.96 %	

En del andre stykker kalksten giver ved kvalitativ analyse adskillig lavere magnesiagehalt¹⁾, enkelte muligens noget høiere jerngehalt.

Inde i kalkstenen ser man for blotte øie ofte lidt kvarts, glimmer (mest lys kaliglimmer), clorit, nu og da lidt hornblende, undertiden ogsaa noget wollastonit (se under Næverhaugen), og de første mineraler, i talrige om end ganske smaa korn, gjenfinder vi ogsaa i alle de mikroskopiske præparater.

Kalkstenen er snart grovkornig og tykbænket, snart fin-

¹⁾ Efter den praktisk vundne erfaring giver kalkstenen fra enkelte brud en „maver“ — o: forholdsvis magnesiariig — kalk, fra andre (f.eks. fra Leifsæt og Tjetnæs) en „fed“ — o: magnesiafattig — kalk. Den vanlige Leifsæt-kalksten holder sandsynligvis, i henhold til kvalitativ analyse, lidt mindre MgO end det analyserede stykke.

kornig (med individer paa kun ca. 0.1—0.5 mm) og da oftest ogsaa tyndbænket.

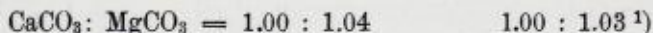
Den graa kalksten er ved overgang forbundet med de inden distriktet saa hyppig optrædende „kalkglimmerskifere“, σ : glimmerskifer og de glinsende skifer med ofte betydelig kalkspath-gehalt.

Hvid, sjeldnere gulagtig hvid **dolomit-marmor**. — To af amannensis Chr. Münster udførte MgO-bestemmelser viser:

Dolomit-marmor fra

Torteni, Fauskeidet (orten mellem Torteni og Tveraa)	Kvandal, brud no. 1
MgO 22.17 %	22.06 %
eller MgCO ₃ 46.56 %	46.33 %

De undersøgte stykker holder ca. 0.1 % uopløst, 0.01—0.05 % FeO, forsvindende lidet MnO, — rest CaCO₃, altsaa støchiometrisk forhold



En tredie, af en nybegynder udført analyse af marmor fra et af de øvrige brud ved Torteni gav ogsaa temmelig nøiagtig 22 % MgO, — og ved kvalitative analyser er tilsvarende meget betydelig MgO-gehalt bleven konstateret i en række andre prøver fra Fauskeidet, Kvandal m. m. (desuden ogsaa fra Seljeli i Serranen); endvidere giver den mikroskopiske undersøgelse tilkjende, at den foreliggende, ved grynet struktur karakteriserede „hvide marmor“ altid er en dolomit, med nogenlunde lige dele kulsur kalk og magnesia. Dette er i alle fald tilfælde med al hvid marmor fra bruddene ved Fauskeidet, Kvandal og Kvænflaet, de hvide marmor-striber i Øines-konglomeratet og i Lundbergarten, endvidere en flerhed af de hvide marmor-indleininger i de mægtige kalkstene paa Øinæs-halvøen, ved Kvænflaet, Kvandal og Tjetnæs i Skjærstad, Strømbotten i Sørfolden osv., — og det er vel tvivlsomt, om aldeles hvid egentlig marmor (kulsur kalk uden eller med lidet magnesia) overhovedet

¹⁾ Normal dolomit (Ca Mg C₂ O₆) holder 21.74 % MgO eller 45.65 % Mg CO₃ og 54.35 % Ca CO₃.

optræder nogetsteds i nævneværdig mængde inden Salten (Skjærstad) og Sørfolden¹⁾.

Vor dolomit-marmor er oftest, som f.ex. i de store brud ved Fauskeidet, aldeles hvid som sne, uden spor af fremmed nuance²⁾; kun i strøget nederst mod Fauskeid-myrene antager marmoren her ofte en ganske svag gulhvid tone.

I enkelte skikt finder vi nogle graa eller gråablaa „skyer“, undertiden ogsaa ganske sorte „linjer“, hvilke skyldes indleining af graa kalksten (med spor af organisk substans) eller vel rettere af blanding af denne kalksten og den normale dolomit.

I den hvide dolomit-marmor i bruddene ved Fauskeidet, Kvandal og Kvænflaet kan man i sin almindelighed, ved undersøgelse med blotte øie eller med lupe, ikke opdage spor af fremmed mineral³⁾; opløser man derimod en bit i syre, faar man altid tilbage en uopløst rest, paa omkring 0.05 — 0.15 %, bestaaende af smaa kvarts- og muscovit-individer, tildels i gode krystaller; enkelte korn kan naa op til en størrelse 0.5 — 1 mm., de fleste er dog betydelig mindre. — Baade inde i muscoviten og kvartsen observeres nu og da, som ren sjaldenhed, nogle ørsmaa rutilkrystaller⁴⁾.

¹⁾ I den røde marmor-bergart ved Leifsæt ligesom ogsaa ved Kvænflaet (nær dolomit-marmoren), Tjetnæs osv. finder vi dog nogle mindre smaalag af hvid kalkspath-marmor (uden dolomitens grynede struktur). — Andetsteds i Nordland, f. eks. i Sørranen, optræder hvid kalkspath-marmor i mægtige lag.

²⁾ Ogsaa den forvitrede skorpe er, paa grund af den lave jern- og mangan-gehalt, ren hvid eller hvidgraa, uden gul eller gulbrun nuance; omvendt karakteriseres dolomiterne i det sydlige Norge, f. eks. i det trondhjem'ske skiferfelt og i den østerdal'ske sparagmit, ved gul forvittringshud.

³⁾ Kun som ren sjaldenhed finder man nogle mindre muscovit-blade, i den hvide dolomit-marmor fra Kvandal brud no. 1 og 2 samt fra Hammarfald (i Sørfolden, lidt udenfor Dyprvik) ogsaa en del lys straalsten, undertiden i temmelig store knipper. — Kun etsteds, nemlig i det „gule“ brud mellem Tortenli og Tveraa, lige nede ved Fauskeid-myrene, fandt jeg et druserum, beklædt med kalkspath- (eller dolomit-) krystaller.

⁴⁾ I den uoplyste rest af en prøve hvid dolomit-marmor paa 20 gr. fundet 2 smaa rutilkrystaller, i en anden prøve paa 50 gr. fundet omkring 10 krystaller osv.; i modsætning hertil karakteriseres den røde marmor ved rigelig rutil.

Rød marmor, temmelig grovkrystallinsk, med rigelig mikroskopisk *rutil* og ofte *jernglans*, hyppig eller vel næsten bestandig med grøn kromførende glimmer, *fuchsit*, er, som tildels allerede berørt, bleven paavist paa en mængde punkter, nemlig ved Leifsæt (side 38—40), her i rigelig mængde, ved Kvænflaet (som separate smaalag nær den hvide dolomit-marmor, med samme karakter som ved Leifsæt), — ovenfor Kvitblik (Fauskeidet) og lige ved Kvandalen gaard, beggesteds som indleining i hvid dolomit-marmor, — i den rød-hvid-brogede marmor ved Løgafien (Fauskeidet), Kvandal „forekomst no. 3“ samt lige ved Kvandalen gaard (side 54), — endelig som indleining i Øinæs-konglomeratet og de dermed temmelig analoge dannelser ved Lund (side 37) og Stornæsfjeldet, Øvrevand (side 43). Nuancen staar mellem rosa og kjødred, og farven er oftest temmelig intensiv, omtrent som hos manganspath eller russisk rhodonit (til ornamentet), undertiden blegere, som f. eks. hos rosenkvarts.

En af stud. min. *C. Damm* udført kvantitativ analyse af rød marmor fra Leifsæt viser:

CaO	53.10 %	Altsaa i 100 dele
MgO	1.46 „	karbonat:
FeO	0.16 „	Ca CO ₃
MnO	0.10 „	Mg CO ₃
CO ₂	43.05 „	Fe CO ₃
Uopl.	2.22 „	Mn CO ₃
<hr/>		
Sum	100.09 %	

Nogle kvalitative analyser af den samme slags marmor fra flere af de øvrige forekomster giver ogsaa temmelig lidet magnesia og ganske lidet jern- og manganoxydul, — den røde marmor er saaledes en nogenlunde ren kalkspath-marmor, et resultat, som ogsaa bestyrkes ved den mikroskopiske undersøgelse.

Da vor marmor viser omtrent samme nuance som manganspath, kunde man foreløbig fristes til at antage, at farven skulde skyldes en mangangehalt; saa kan dog ikke være tilfælde, idet den røde marmor kun holder ganske lidet mangan- (og jern-) oxydul, nemlig ikke stort mere end den vanlige graa kalksten. —

Som straks skal omtales, karakteriseres den røde marmor ved at føre en talrig vrimmel af smaa rutil- og tildels ogsaa jernglans-krystaller, endog i saadan mængde, at jeg tænkte mig muligheden af, at disse mineraler kunde fremkalde den temmelig intensive¹⁾ farve; nøiere undersøgelse oplyser dog om, at prøver af den gule marmor fra Leifsæt ligesom ogsaa et enkelt stykke hvid dolomit-marmor (fra nedrasede blokke nær Hjemgam, sydsiden af Nedrevand) fører ligesaa meget rutil (med jernglans) som den røde marmor. Farvenuancerne kan saaledes neppe bero paa nogen anorganisk substans, men paa tilblending af en eller anden organisk forbindelse, i yderst sparsom mængde²⁾.

Den røde marmor indeslutter bestandig en hel del kvartskorn, som gjerne er tilstede i forholdsvis store individer (paa 1—3 mm.) og i nogenlunde rigelig mængde (ca. 1—5 %); hist og her finder vi ogsaa nogle mindre biotit- og muscovit-blade, undertiden ogsaa lidt hornblende, endelig som høist karakteristisk bestanddel *rutil*, hyppig ogsaa *jernglans*, begge i ganske smaa, men yderst sirlige individer³⁾.

Rutilkrystallerne, af længde indtil 0.15—0.20 mm. og af den vanlige gulbrune farve, er temmelig skarpt begrænsede, ved $\infty P. \infty P.$ $P. P \infty$, undertiden kanske endnu flere flader; dels foreligger enkelte krystaller, dels tvillinger og trillinger efter den vanlige tvillinglov⁴⁾ (med $P \infty$ som tvillingflade). Individerne

1) Som bekjendt skyldes f. eks. carnallitens og heulauditens røde farve interposition af talrige, yderst smaa jernglans-blade.

2) Dette bestyrkes ogsaa ved marmorens forhold under høiere temperatur: ved opvarmning til ca. 400—450°, — før kulsyren uddrives, — forsvinder den røde farve; ved en times opvarmning til 200° eller ved kortere opvarmning til 300°—350° blir marmoren ogsaa ganske hvid eller hvidgraa, men antager besynderlig nok efter afkøling paany den karakteristiske røde farve.

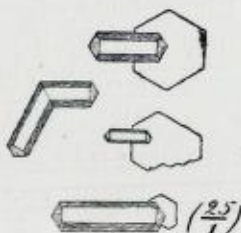
3) Rød marmor fra syv forskjellige lokaliteter (Leifsæt, Kvænflaet, Kvandalgaard, — Løgafien, Kvandal no. 3, — Øines, Lund) samt gul marmor fra Leifsæt blev opløst i svag saltsyre; i samtlige prøver blev tilbage som uopløst en hel del rutil, oftest ogsaa jernglans. — Særlig det første mineral optræder i regelen saa rigelig og i saa smaa individer, at f. eks. 0.5 liter dekantationsvand ved opløsning af 20—25 gr. marmor faar en mærkbar gul eller gulbrun farvenuance af de ørsmaa krystaller, som først synker tilbunds efter et par timers forløb.

4) Tvillinger efter den anden tvillinglov (med tvillingflade $3 P \infty$) blev jeg ikke opmærksom paa hos den i marmoren optrædende rutil; derimod er denne lov hyppig repræsenteret hos rutilen i Sulitjelma-feltets glimmerskiferne (herom senere).

ligger dels fri for sig i karbonatet, dels er de indesluttede i de talrige kvartskorn og undertiden ogsaa i de medfølgende glimmerblade ¹⁾.

I den uopløste rest fra enkelte af vore marmorprøver iagttages ogsaa en hel del jernglans, i yderst smaa, gjennemsigtig røde, skarpt hexagonalt begrænsede blade ²⁾ (bredde neppe over 0.05 mm.).

Ved nogle af *Breithaupt, Haidinger, v. Rath* m. fl. foretagne undersøgelser er det som bekjendt bleven konstateret, at rutil meget hyppig optræder i lovmæssig sammenvoksning med jernglans: rutilens længdeakse staar lodret paa en af jernglanskrystallernes soileflader, og en $\infty P \infty$ -flade hos rutil forløber parallelt med OP hos jernglans. Lignende sammenvoksning er tidligere ogsaa bleven paavist mellem mikroskopisk fin rutil og jernglans, optrædende i visse glimmerskifer ³⁾, — og det samme forhold gjentager sig ogsaa nu og da inden vor marmor. Her optræder dog begge mineraler og særlig jernglansen i yderst



Rutil og jernglans,
lovmæssig sammen-
vokset; interposition
i marmor.

Fig. 12.

smaa individer; vi finder derfor aldrig mere end en enkelt rutilkrystal indvokset i jernglansen, ja, undertiden blir det lille jernglans-blad nærmest at opfatte som en lovmæssig paaheftning paa rutilkrystallens top (se den nederste tegning). Særlig det sidste godtgjør, at rutilen ikke kan være fremgaaet ved sekundær omsætning af titanholdig jernglans, men [at der foreligger en primær sammenvoksning ⁴⁾. ¶

Mikroskopisk fin rutil har som bekjendt meget stor ud-

¹⁾ Nogen interpositionslov i glimmeren kunde ikke paavises.

²⁾ Disse opløses ikke af svag, men korroderes vistnok tildels af stærk syre.

³⁾ Se *Hj. Gylling*. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1882, I, side 163.

⁴⁾ Herom næiere i en afh. af *A. Cathrein* „Ueber primäre Verwachsung von Rutil mit Glimmer und Eisenerz“ Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1888, II.

bredelse, særlig i visse krystallinske og halvkrystallinske skifere (se herom ogsaa under beskrivelsen af Sulitjelma-feltets glimmer-skifere); i kalksten, marmor og dolomit er mineralet ogsaa tidligere bleven paavist¹⁾, dog neppe nogensinde i rigelig mængde eller som karakteristisk bestanddel. Forekomsten i den røde marmor kan derfor tillægges en vis interesse, idet den afgiver et vidnesbyrd om, hvor overordentlig hyppig rutil — eller i sin almindelighed titansyren — indgaar i de sedimentære bergarter²⁾.

Den røde marmor ledsages endvidere af forskellige slags glimmere, baade brun biotit (spidse bissectrix næsten nøiagtig \perp OP, vinkel mellem de optiske akser forsvindende liden), særlig optrædende i rigelig mængde paa Leifsæt-forekomsten, — og desuden som mere karakteristisk bestanddel muscovit, specielt den kromførende varietet, *fuchsit*. Dette sidste mineral er paavist i den røde Leifsæt-marmor, i den rød-hvid-brogede marmor fra Løgafien og Kvandal „forekomst no. 3“, i de tynde røde marmorstriber i konglomeratet ved Øinæs, Lund og Stornæs fjeldet, videre i hvid rutilførende dolomit-marmor fra Nedrevand (ned-rasede blokke, side 50), i hvid marmor fra Storvik, Øvrevand og i den graa kalksten fra Leifsæt (kalkbænkene længst mod SO i profil no. 2, fig. 9, kun 100 m. fra marmor-ryggen); fuchsiten følger altsaa i sin almindelighed vore forskellige karbonat-lag, særlig er mineralet dog karakteristisk for den røde, rutilførende marmor.

Den grønne glimmer fra Nedrevand og fra Leifsæt giver ved undersøgelse for blæserøret de bekjendte kromreaktioner, og ifølge en af amanuensis Chr. Münster foretagen analyse holder intensiv grønfarvet glimmer fra Leifsæt³⁾

$$4.63 \text{ } \% \text{ } Cr_2O_3,$$

videre efter kvalitativ analyse: meget Al_2O_3 , temmelig lidet

¹⁾ Af H. Thüracl (Zirkon- und Titanmineralien, Würzburg 1883—84), i kalksten og dolomit fra diverse lokaliteter og af F. Rinne (Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal., 1885, II) i dolomit fra Binnenthal.

²⁾ Ogsaa i den hvide dolomit-marmor er rutil en vel aldrig svigtende gjæst; her forekommer mineralet dog saa sparsomt, at det oftest først giver sig tilkjende i den i syre uopløste rest.

³⁾ Se side 46.

Fe_2O_3 (eller FeO) og ganske lidet MgO og CaO ¹⁾. — Glimmeren optræder altid sammen med hvid muscovit, med hvilken den endog synes at være forbundet ved gradvise overgange: I et og samme haandstykke og endog i et og samme glimmerblad kan enkelte skjæl være ren sølvhvide, andre svagt lysegrønne, atter andre middelsgrønne eller intensiv grønne (smaragdgrønne). — Ogsaa i optisk henseende stemmer den sølvhvide, den lysegrønne og den intensiv grønne glimmer temmelig nøie overens ²⁾: den spidse bissectrix staar normalt eller omtrent normalt paa OP (afvigelsen er i alle fald saa liden, at den ikke kan konstateres), og vinkelen mellem de opt. akser er middels stor (i konv. polariseret lys træder hyperblerne ved de tynde blade, lagt med OP paa præparatglas under mikroskop, saavidt ud inden synsfeltet).

Kromoxyd-gehalt er tidligere bleven paavist i forskellige slags glimmere, nemlig baade i biotit [den egentlige „kromglimmer“, med indtil 5.90 % Cr_2O_3 ³⁾] og i muscovit, hvis kromførende varietet har faaet navnet „fuchsit“ ⁴⁾. Da vor kromførende glimmer kun viser forsvindende lidet MgO , og da den endvidere i optisk henseende i de grove drag stemmer med den

- 1) Fuldstændig analyse blev ikke udført, da det viste sig næsten umulig at faa aldeles homogent material af ensfarvet grøn glimmer.
- 2) Selvfølgelig vil Cr_2O_3 -gehalten kunne medføre mindre variationer i de optiske egenskaber.
- 3) Kromglimmer fra Schwarzenstein, Zillerthal, Analyse af *Schaffhäutl*, Annalen der Chemie und Pharmacie, B. 46, 1843. — Indeholder 11.58 % MgO , 7.27 % K_2O .
- 4) *Schaffhäutl*, Ann. der Chemie und Pharmacie, B. 44, 1842; mineralet optrædende sammen med kromglimmer, ved Schwarzenstein.

Nogle analyser af fuchsit viser:

	SiO_2	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Fl	H_2O
I	47.95	34.45	3.95	1.80	0.72	0.59	0.37	10.75	0.36	
II	45.49	31.08	3.09	Spor	3.36	0.51	0.90	9.76		5.85
III	46.17	29.71	3.51	2.03	2.28			10.40		5.42

I fra Schwarzenstein, i glimmerskifer (*Schaffhäutl*), II fra Aird Island, Lake Huron, optrædende i dolomit (*A. H. Chester*, Amer. Journ. Se. III, 33, 1887), III fra Syssert i Ural, optrædende paa sprækker i kromjærsten (*Damour og Arzruni*, Groths Zeits. f. Kryst. und Min. B. 7, 1883). Altsaa 3.09, 3.54 og 3.95 % Cr_2O_3 , medens vor kromførende glimmer holder lidt mere, nemlig 4.63 % Cr_2O_3 .

vanlige muscovit, med hvilken den endog er forbundet ved gradvise overgange, blir mineralet at bestemme som fuchsit og ikke som „egentlig kromglimmer“.

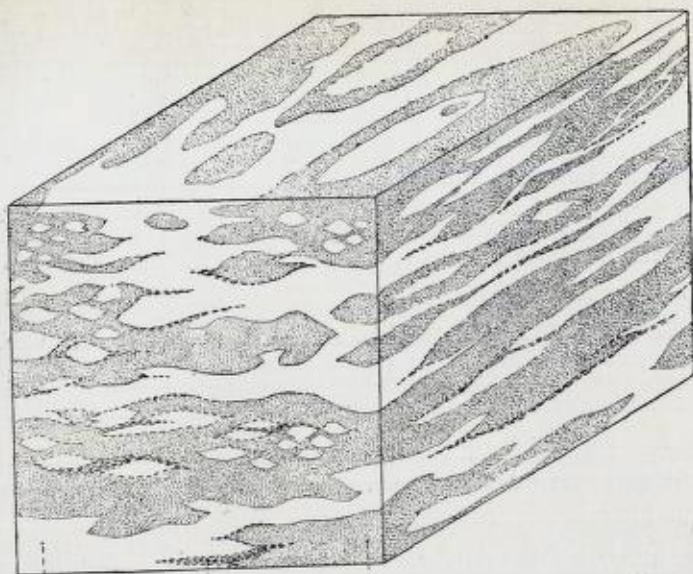
Kromførende glimmer, vel særlig fuchsit, synes i det hele og store nærmest at høre hjemme i marmor (kalksten) og dolomit; forekomstmaaden i vor nordlandske marmor er høist karakteristisk, videre er kromførende glimmer hertillands paavist i diverse marmorlag i det trondhjemske skiferfelt¹⁾; den af *Chester* (se anm. forrige side) beskrevne fuchsit fra Lake Huron optræder i dolomit, det samme er ogsaa tilfælde med kromførende glimmer fra Pfitsch i Tyrol²⁾.

Sammen med fuchsit fandt jeg etsteds, i graa kalksten ved Leifsæt, lidt turmalin, — forevrigt observeredes aldrig dette mineral, heller ikke den for „urkalksten“ saa karakteristiske kombination skapolith, granat, augit, condroit, spinel, osv.

Den eiendommelige „rød-hvid-brogede marmor“, som optræder ved Løgaflen og Klungsetstranden, nederst i Fauskeidets kalk-marmor-drag, og som endvidere er antruffet et par kilom. SO for Kvandal („forekomst no. 3“), bestaar af rød, sjeldnere gulrød kalkspath-marmor og hvid dolomit-marmor, i vekslende linseformige smaa-partier, som er distinkt adskilte fra hinanden (se fig. 13). — Baade kalkspath- og dolomit-marmoren udmærker sig ved samme lokal-karakter som ellers i distriktet: den første indeslutter en hel del kvarts og vrimmel af mikroskopisk rutil, ledsages desuden af muscovit og fuchsit, sjeldnere af biotit, undertiden ogsaa af hornblende, medens omvendt dolomiten her som ellers er omtrent fri for fremmede mineraler; kalkspath-marmoren er temmelig grovkrystallinsk, oftest af intensiv rød farve, og individerne betegnet ved tvillingstribning, dolomiten derimod finkrystallinsk, hvid og manglende tvillingstribning. Grænsen mellem kalkspath- og dolomit-partierne er, selv i de

¹⁾ I marmor ved Risvold og Lödölja i Merakerdistriktet (se Dr. Th. Kjerulf „Merakerprofilen“, 1882, side 96—97); senere ogsaa fundet af mig i marmor ved Bukhammeren, Holtaalen (i „Drønskiifer“).

²⁾ Kromførende glimmer indgaar desuden nu og da som led i glimmerskifer eller optræder paa sprækker i kromjærnen (se anm. forrige side), osv.



Hvid dolomit-
marmor Glimmer Rød kalkspath-
marmor

Fig. 13. Løgafens rød-hvid-brogede marmor. (Halv maalestok.)

mikroskopiske præparater, næsten knivskarp; hver enkelt af de to slags karbonater har altsaa krystalliseret partivis ud for sig.

Ved Løgafen er der i den rød-hvide marmor indlagret nogle tynde skikt, bestaaende af mineralerne kalkspath, dolomit, kvarts, muscovit, biotit, epidot, rutil mm.

Den rød-hvid-brogede marmor er bleven stærkt strakt, med strækningsretning parallelt med strøget; de oprindelige, uregelmæssig linseformig begrænsede separate marmor-smaalag har herved antaget et høist besynderligt udseende, saa man endog ved første blik kunde fristes til at formode, at den foreliggende marmor var en brudstykke-bergart.

Kornstørrelsen. Den røde og gule, sjældnere lysegraa kalkspath-marmor i vort distrikt udmærker sig gjennemgaaende ved noget grovere kornstørrelse end den hvide dolomit-marmor. Hos den førstnævnte synker individerne neppe nogetsteds under omkring ca. 1.5 mm.'s tværsnit, og ofte er de betydelig større, paa 3—5 mm.; dolomiten derimod er forholdsvis finkornig, — paa

enkelte forekomster, f. eks. Kvandal no. 1 og 2, er kornstørrelsen gjerne omkring 0.01—0.03 mm., sjelden op til 0.05—0.1 mm.; Tortenli-marmoren (Fauskeidet) er oftest lidt grovere, med korn paa 0.5—0.75 mm., undertiden 1—1.5 mm., i enkelte skikt dog omvendt endnu mere finkornig end Kvandal-marmoren.

Forholdene ved den rød-hvid-brogede marmor, fra Løgafien, Kvandal forekomst no. 3 osv., er særlig instruktive: de forskellige smaaskikt af den røde kalkspath-marmor er grovkornige, med individer paa 2—5 mm., medens den mellemliggende hvide dolomit-marmor er finkornig, individstørrelse kun 0.1—0.3 mm.

I henhold til disse undersøgelser tør det sluttet, at differancen mellem kornstørrelsen hos den egentlige marmor og hos dolomit-marmoren ikke kan bero paa lokal tilfældighed, men at den umiddelbart maa afhænge af egenskaber, som i og for sig er betegnende for mineralerne kalkspath og dolomit: dannede under ens fysiske betingelser, ved sedimentation og paafølgende dynamometamorfose, giver det første mineral større individer end det andet.

Tvillinglameller. I en svite præparater af rød kalkspath-marmor og graa „Grobkalk“, — begge som tidligere paavist betegnet ved en mindre magnesia-gehalt, paa 1.5—4.5 % MgO, — viser individerne i regelen de bekjendte tvillinglameller; i præparater af nogenlunde grovkornige varieteter kan denne udviklingsform paavises hos hvert eneste individ, i mere finkornig kalksten derimod træder tvillingdannelsen ikke frem hos de mindre korn.

Omvendt hos den hvide dolomit-marmor: i de fleste præparater, selv af nogenlunde grovkornig bergart, kan med sikkerhed konstateres, at tvillingstribeingen mangler, — og kun i et eneste præparat optræder tvillinglameller, dog kun hos omkring hvert tredje individ¹⁾; der lader sig dog paavise den difference, at

¹⁾ Analysen side 47, af dolomit fra „ort mellem Tortenli og Tveraa“ er udført paa en bit af samme haandstykke, hvoraf præparatet er slebet; tvillinglamellerne kan saaledes i foreliggende tilfælde ikke skyldes tilblending af kalkspath.

lamellerne her er meget grovere end hos kalkspathen, og at vi aldrig finder stærkt polysynthetisk sammensatte individer. — Det nævnte præparat skriver sig fra bunden af en med dynamit dreven ort, mellem Tortenli og Tveraa, Fauskeidet; da dolomiten baade fra Nordland og andetstedsfra gennemgaaende karakteriseres ved at mangle tvillinglameller, tør det vel antages, at tvillingdannelsen i det enkelte haandstykke kan skyldes en ydre tilfældighed, nemlig spænding eller tryk fremkaldt ved mineeringen i den trange ort.

Undersøgelsen fra Nordland bestyrker det ved tidligere forskere¹⁾ vundne resultat, at tvillingstribningen i det hele og store kan tjene til distinktion mellem kalksten og dolomit; dog maa kjendemærket ikke tillægges for stor vægt, nærmest fordi tvillingstribning undertiden ikke fremtræder hos kalkspathen.

Det er tidligere blevet fremholdt af *Inostranzeff* (l. c.) og senere af *Fr. Zirkel*²⁾, at magnesiaholdig kalksten, som f. eks. vor nordlandske røde marmor og „Grobkalk“, skulde bestaa af en mekanisk blanding af magnesiafri kalkspath (Ca CO_3) paa den ene side og dolomit ($\text{Ca CO}_3 \cdot \text{Mg CO}_3$) paa den anden; da dog hverken i den røde kalkspath-marmor eller i forholdsvis grovkrystallinsk „Grobkalk“ ved mikroskopisk undersøgelse kan paavises et eneste individ, som mangler tvillinglameller, eller som karakteriseres ved dolomitens kontur, maa vi drage den slutning³⁾, at de ved forholdsvis liden magnesia-gehalt betegnede kalkstene er fuldstændig homogent konstituerede, nemlig kun bestaaende af mineralet kalkspath, Ca CO_3 med lidt isomorft indgaaende Mg CO_3 ⁴⁾.

1) *A. v. Inostranzeff*. Untersuchungen von Kalksteinen und Dolomiten als Beitrag zur Kenntniss des Metamorphismus. Tschermaks min. Mitth. 1872. — Desuden undersøgelser af *Oschatz*, *Steltzner* osv.

2) Die mikroskop. Beschaffenheit d. Min. u. Gest. 1873, side 296.

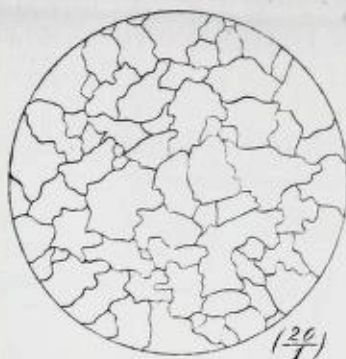
3) Den røde marmor og den grovkrystallinske kalksten indeholder i alle fald saa pas meget MgO , at specielle dolomit-korn i tilfælde maatte give sig tilkjende. — Blandingsforhold 1 del $\text{Ca CO}_3 \cdot \text{Mg CO}_3$ til resp. 5, 10 og 15 dele Ca CO_3 vilde svare til 5.8, 3.4 og 2.4 % MgO .

4) *Inostranzeff*'s undersøgelse maa vel nærmest fortolkes paa den maade, at stærkt dolomitisk kalksten bestaar af magnesiafattig kalkspath i blanding med dolomit. — Den rød-hvid-brogede marmor kan tjene som eksempel paa tilfælde, hvor lidt magnesiaholdig kalkspath og dolomitspath er udskilt hver for sig.

Strukturen. Det er noksom bekjendt, at kalksten (marmor) og dolomit i det hele og store viser forskjellig struktur; kalkspathen danner oftest uregelmæssig begrændsede korn og smaa-blade, dolomitspathen derimod „optræder i bergarterne fornemmelig i krystaller og selv i tætte homogene aggregater kan man mærke en bestræbelse efter ydre krystallin begrænsning, saa der resulterer en sukkerkorn struktur. Formen for de i bergarter forekommende dolomit-krystaller synes næsten udelukkende at være grund-rhombøderet, R; sjelden træffer man spidsere rhombødere. Følgelig er tversnittene tresidige, sekssidige og rhombiske; paa grund af den tendens til at danne boiede flader, som karakteriserer dolomiten, blir omridsene ofte krumlinjede eller fortrykte“ ¹⁾. Denne tilsyneladende uvæsentlige differance gjenfinder vi ogsaa mellem den nordlandske kalkspath-marmor paa den ene side og dolomit-marmoren paa den anden; struktur-spørgsmaalet har ikke alene theoretisk interesse, men er i teknisk henseende af betydelig rækkevidde, — det fortjener følgelig nøiere omtale.

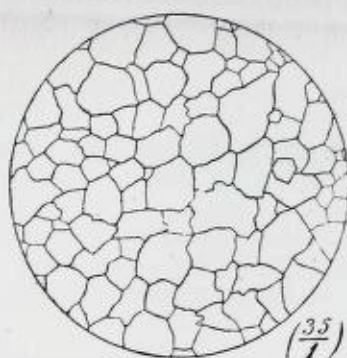
I de mikroskopiske præparater af den rene kalkspath-marmor kan aldrig mærkes nogensomhelst tendens til lovmæssig ydre begrænsning; de enkelte individer er aldeles uregelmæssige

Fig. 14, a.



Kalkspath-marmor.

Fig. 14, b.



Dolomit-marmor.

¹⁾ Citat efter *H. Rosenbusch*. Mikrosk. Phys. d. Min. 1885, side 351—352. — Se ogsaa *A. Renard*, Des caractères distinctifs de la dolomie et de la calcite dans les roches calcaires et dolomitiques du calcaire carbonifère en Belgique. Bull. Acad. Roy. Belg. (2). B. 47, 1879.

griber følgelig paa kryds og tværs ind i hinanden, saaledes som paa fig. 14, a angivet¹⁾. — Hos dolomit-marmoren derimod kan vi i de mikroskopiske præparater jævnlig fremfinde ganske skarpt begrænsede rhomboedære, og individerne karakteriseres næsten gjennemgaaende ved mere eller mindre udpræget polygonal form, se fig. 14, b; de støder mod hinanden ved rette eller svagt boiede linjer, men griber kun yderst sjelden ind i hinanden. — Forskjellen mellem de to slags struktur-former er i alle fald saa vidt fremtrædende som paa de to tegninger gjengivet.

Som umiddelbar konsekvens af denne struktur-difference følger, at dolomit-marmoren gjennemgaaende viser meget løsere sammenhæng mellem de enkelte individer end kalkspath-marmoren; hos den sidste griber kornene ved uregelmæssige smaa-hager ind i hinanden, det ene individ hjælper til at holde det andet fast, — hos dolomit-marmoren derimod mangler dette fæstemiddel, individerne blir liggende relativt løst mod hinanden, bergarten falder altsaa lettere i gryn²⁾.

At den hvide dolomit-marmor udmærker sig ved mindre konsistens end kalkspath-marmoren, mærker man allerede ved første besøg: kalkspath-marmoren giver, endog lige oppe i dagen³⁾, en solid vare, som med lethed kan anvendes til finere arkitektur⁴⁾; den hvide dolomit-marmor derimod kræver større forsigtighed, hvor der handles om skarpe kanter⁵⁾. Slaar man med kraftigt hammerslag paa smaa-biter af hvid dolomit-marmor, falder næsten den hele masse itu til fin sand.

Særlig hvor kalkspath- og dolomit-marmor optræder i intim veksels, som f. eks. hos den rød-hvid-brogede marmor, fremgaar det aldeles paatagelig, at forskjellen i konsistens ikke skyldes lokale

1) For ikke at overlæsse tegningen og derved forstyrre totalindtrykket er spalteridsene — og hos marmoren tvillinglamellerne — ikke indtegnede paa fig. 14, a & b.

2) Dette er ikke noget singulært tilfælde, men et generelt forhold, som gjenfindes overalt, hvor strukturen repræsenteres ved det paa fig. 14, b angivne schema, — ligegyldig, hvilke mineraler bergarterne bestaar af.

3) Strukturen oplyser om, at løsheden ikke er noget overflade-fenomen, fremkaldt ved forvitring.

4) Eks. Leifsæt-marmoren til gulvfiser i Trondhjems domkirke.

5) Herom mere senere.

tilfældigheder, forvittringsgraden osv., men selve bergarternes differente chemisk-mineralogiske natur: Ved f. eks. Løgafien er der efter den røde kalkspath eroderet smaa forsænkninger, medens omvendt dolomiten rager lidt frem paa overfladen, — et forhold, som ganske enkelt søger sin forklaring deri, at dolomiten bedre modstaar chemiske agenser, særlig opløsning af kulsyreholdigt vand, end kalkspathen¹⁾; alligevel er dolomitmarmoren adskillig løsere i kornet end kalkspath-marmoren.

Er man først bleven opmærksom paa struktur-differancen, kan man allerede for blotte øie skille kalkspath- og dolomitmarmor ud fra hinanden; den sidste karakteriseres ved et grynet udseende, næsten som hos sandsten, idet haandstykkerne ved brud fornemmelig deler sig efter individernes begrænsningsflader; hos marmoren derimod sker bruddet hovedsagelig efter kalkspathens spalteflader.

I de graa, ved organisk substans farvede kalkstene optræder det yderst fine kulstøv for den væsentligste del langs grænsen mellem de enkelte kalkspath-individer (som f. eks. paa *Inostranzeffs* tegning fig. 10, l. c., angivet), — ligesaa forefindes i sin almindelighed de smaa kvarts- og glimmerkorn oftest *mellem* karbonatspathens individer, kun sjældnere som indeslutninger *inde* i disse.

Da hele skiktsystemet i Fauske-distriktet har været underkastet en indgribende mekanisk formforandring, med strækningsretning ca. ONO – VSV, kunde det paa forhaand formodes, at vore kalkstene og dolomiter skulde vise noget forskjellig struktur i snit parallelt med og lodret paa strækningen; ved undersøgelse af en svite præparater, slebne i de angivne retninger, baade af Fauskeidets dolomitmarmor, af Løgafiens rød-hvid-brogede marmor og af Leifsæts kalkspath-marmor, er dog bleven konstateret, at strukturen er den samme i alle slags snit²⁾. Da heller ikke tvillinglamellerne udmærker sig ved at være særlig bøiede eller vredne, tør man formentlig drage den

1) Naar den rød-hvid-brogede marmor behandles med syre, opløses den røde kalkspath tidligere end dolomiten.

2) Hos Fauskeidets dolomitmarmor kan følgende ikke, saaledes som jeg oprindelig tænkte mig muligheden af, kornets løshed skyldes et strækningsfenomen.

slutning, at der fandt sted en omkrystallisation af karbonat-sedimentet under selve strækningsprocessen, paa grund af den herved fremkaldte spænding og varme.

Tilbageblik.

Af skiktstillingen kan uden videre aflæses, at de til „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“ henhørende lagrækker i den indre del af Skjærstadvjorden danner en antyklinal fold, — og endvidere, at foldningsaksen for denne fold stuper mod syd (eller rettere SSV). Det sidste fremgaar for det første deraf, at vi i det hele og store møder lidt forskjellig strøgetning umiddelbart øst og vest for foldningslinjen, nemlig *vestenfor* linjen, fra Valnæs-fjorden—Næverhaugen til Fauskeidet—Øinæs-halvoen, strøg NNO og N 30° O, — *østenfor* samme derimod betydelig mere østlig-gaaende strøg, saaledes ved Leifsæt O 35° N, i den østre del af Nedrevand ca. NO osv.; paa sydsiden af Skjærstadvjorden, i omegnen af Kvandal, har strøget endog dreiet sig om til retning O å ONO, med svagt fald mod syd. — Endvidere godtgjor undersøgelserne, at de skiferlag, som — nær fjordspeilet — deltager i den saddelformige omboining, tilhører des høiere niveauer, jo længere mod SSV å SV man kommer i distriktet. Øinæskonglomeratet, med udbredelse ved Tjetnæs paa sydsiden af Skjærstadvjorden, paa selve Øinæs-halvoen og ved Klungset, videre i Stornæs-fjeldet ved Øvrevand, karakteriserer et bestemt niveau inden skiktrækken¹⁾; ved Tjetnæs danner laget en saddelfold lige nede ved fjorden (fig. 2, no. 20), i profillinjen Skjærstadvjorden—Nedre- og Øvrevand derimod optræder konglomeratet temmelig høit oppe i lagfølgen.

¹⁾ Den nøiere argumentation herfor følger senere.

Af de mange profiler, som vi har opgaaet, fremgaar uden videre, at „Tromsø-gl.sk.-marmor-gruppe“ vistnok paa næsten alle mulige trin inden skiktrækken fører indleininger af karbonat — som kalksten, marmor, dolomit eller kalkglimmerskifer, — dog kan man, i alle fald i Skjærstad-feltet, særlig udsønde to horisonter, som karakteriseres ved exceptionelt mægtige eller talrige karbonat-lag, nemlig en øvre horisont, Næverhaugen—Valnæs-fjorden—Misvær-fjorden og en nedre, Fauskeidet—Øinæshalvøen. Det første af disse niveauer udmærker sig navnlig ved optræden af jernmalm eller jernglimmer-skifer umiddelbart under det mægtigste kalklag inden sub-afdelingen, det andet derimod betegnes ved de mægtige indleininger af hvid dolomit-marmor og rød, rutil- og fuchsit-førende kalkspath-marmor ¹⁾. Vedrørende sidstnævnte forhold skal særlig paapeges, at der paa begge sider af den antiklinale fold, altsaa forholdsvis lavt nede i skiktrækken, forefindes en svite baade store og smaa forekomster saavel af hvid dolomit-marmor (ved Fauskeidet, Øinæshalvøen paa vestsiden og ved Strømbotten, Hjengam, Storvik, Kvænflauet og Kvandal mm. paa øst- eller sydøst-siden af foldningslinjen) som af rød kalkspath-marmor (Kvitblik, Legaffen, Klungset, Lund, Øinæs paa den ene side og Stornæs-fjeldet, Leifsæt, Kvænflauet, Kvandal mm. paa den anden side), — høiere oppe i skiktrækken, nemlig i vest mellem Fauskeid- og Næverhaug-linjerne og i øst ved den indre del af Øvrevand og videre op mod Langvand, er derimod neppe bleven paavist et eneste marmorlag, ja neppe engang et eneste smaalag af den karakteristiske røde kalkspath ²⁾.

Vi føres herved til den opfatning, at hvid dolomit-marmor og rød rutilførende kalkspath-marmor inden vort distrikt kan

1) Af denne differance følger, at de to store kalkstendrag, Næverhaugen—Valnæs-fjorden—Misvær-fjorden og Fauskeidet—Øinæshalvøen, ikke tilhører en og samme horisont; der foreligger altsaa ikke nogen inversion, men en enkelt forløbende skiktrække, som tidligere forudsat.

2) Paa grund af den økonomiske værdi, som marmor-felterne i tilfælde kan afgive, har selv de mindste forekomster tiltrukket sig en vis opmærksomhed; skjønt jeg i lang tid opholdt mig i distriktet, hørte jeg dog aldrig tale om „marmor-anvisninger“ vest for Fauskeid-draget eller øst for Storvik (Øvrevand).

opfattes som ledende lag for den nedre del — eller muligens endog for en begrænset underafdeling inden den nedre del — af „Tromsø-gl.sk.-marmor-gruppe“. Om denne inddeling af den foreliggende skifergruppe kun har lokal gyldighed, eller om den kan gennemføres for hele Nordlands amt med tilstødende distrikter, kan først afgjøres ved fremtidige undersøgelser.

De mægtige, i Salten ligesom ogsaa i Dunderlandsdalen (Ranen) optrædende karbonat-lag udmærker sig ved stærkt udpreget spids linseform, — eksempelvis behøver vi kun at anføre, at Fauskeidets kalk-marmor-skikt over en længdeudstrækning af kun ca. 3—4 kilom. svinder ind fra mægtighed ca. 1000 m. (ved Tortenli) til ikke over 50 m. (ved Klungset), videre, at Dunderlandsdalens kalk aftager fra mægtighed ca. 2000—2500 m. (ved Dunderland gaard) til ca. 250—300 m. (ved Eiteraa-fjeldet, ca. 8 kilom. længere mod SV); — karbonaterne kan derfor neppe opfattes som dybvandsdannelser ¹⁾, afsatte i store oceaner, men snarere som lokaldannelser, afsatte i mindre bassiner eller paa forholdsvis grundt vand ²⁾.

Dette resultat bestyrkes ogsaa ved den nøie relation, som kan paavises mellem vore karbonater paa den ene side og konglomeraterne — altsaa typiske strand-faciesdannelser — paa den anden; i lagrækkerne umiddelbart over og under Fauskeidets kalk-marmor-drag møder vi en hyppig og jævnlig meget intim veksellagring mellem konglomerat, karbonat og skifer (se profilerne over Øinæs-halvøen, fig. 2, no. 14 og fig. 8, videre langs Klungsetstranden og vest for Tortenli og Tveraa, fig. 2, no. 5 og 9). Gaar vi nøiere i detaillien, blir analogien end mere

¹⁾ I modsætning til de nordlandske kalkstene og dolomiter kan fremholdes de forskellige kalklag i det sydlige Norges silur; disse dækkede oprindelig et fladerum paa adskillige tusind kvadratkilom., mægtighederne varierer dog kun inden temmelig enge grænser.

²⁾ Som straks senere skal omtales, slutter vi os til den opfatning, at vore karbonater hovedsagelig er *chemiske* sedimentter, nemlig afsættninger af vand, hvis kulsyre lidt efter lidt dunstede bort; under denne forudsætning er det let at forklare, at bundfældningen kom til at finde sted nær kysterne: „Bringen auch die Flüsse gelösetes Kalkkarbonat sehr reichlich in's Meer, so wird es sich nur dann niederschlagen, wenn bei geringer Diffusion starke Verdunstung eintritt; eine Erscheinung, die in der Nähe der Küste Kalkabsetze bewirken kann.“ (*Justus Roth*, Allgem. und chem. Geol. 1879, B. 1, side 538).

fremtrædende, idet saavel Øinæs-konglomeratet som den tilsvarende konglomerat-kalkskifer-svite ved Stornæs (Øvrevand) udmærker sig ved at føre en mængde smaalag — altsaa ikke brudstykkepartier — baade af hvid dolomit-marmor og rød, rutil- og fuchsitførende kalkspath-marmor, altsaa netop de to typer, som udmærker de tilstødende karbonat-lag; endvidere kan vi ved mellemed, nemlig den eiendommede konglomerat-marmor-bergart ved Lund (side 37) og den rød-hvid-brogede marmor ved Løgafien (side 54) efterspore den geologiske overgang fra konglomerat til karbonat (kalksten med kalkspath- og dolomit-marmor).

I den vestre foldningsgren, ved Fauskeidet—Øinæs-halvøen, optræder konglomerat, de forskellige slags karbonater og skifere hver for sig i mægtige skikt, — i den østre gren derimod møder vi paa det niveau, som i henhold til profilerne skulde repræsentere Fauskeidet—Øinæs-halvøens trin, en meget hyppig og intim veksellagring af konglomerat, diverse skifere, kalkglimmerskifere — ofte med stor kalkgehalt — og enkelte mindre kalksten- og marmor-lag. Denne skiktrække maa opfattes som ekvivalent for Fauskeidet—Øinæs-halvøens konglomerat- og kalk-marmor-bælte; forskjellen er kun, at veksellagringen, sandsynligvis paa grund af et andet facies-stadium, i det ene tilfælde er ganske anderledes intim end i det andet.

Fauskeidets kalk-marmor-lag støder i det hængende umiddelbart op mod et mægtigt hornblendegranulit-kvartsit-skikt, den samme bergart gjenfindes ogsaa hist og her (side 30) inde i selve dolomit-marmoren, — og nogenlunde tilsvarende, stærkt kiselsyrerige lagrækker foreligger endelig baade over og under Næverhaugens kalksten (side 14—16); endvidere kan anføres, at mægtig kvartsskifer optræder umiddelbart over Hatfjeldsdalens lange dolomit-lag. Dette synes at skulle tyde paa, at der maa finde sted en temmelig intim genetisk relation mellem de nævnte kiselsyrerige bergarter paa den ene side og vore karbonater paa den anden; nogen særdeles vidtrækkende betydning kan dog dette moment neppe tillægges, idet de kolossalt mægtige kalkstene ikke overalt i Nordland ledsages af kvartsit eller granulit.

De oftest lidt bituminøse graa kalkstene, den røde kalk-

spath-marmor og den hvide dolomit-marmor optræder i intim veksel med hinanden og er ogsaa tildels forbundne med hinanden ved overgangsled; de maa følgelig være dannede i alt væsentlig paa samme maade, — og særlig maa betones, at dolomiten ubetinget maa opfattes som en primær afsætning; den er ikke et sekundær-produkt, hvis dannelse skulde kunne forklares ved de i tidligere dage saa yndede¹⁾ „dolomitisations-theorier“. Mod disse taler i foreliggende tilfælde særlig, at der ofte optræder intim veksel mellem ganske tynde skikt af bituminøs kalksten og næsten chemisk ren normal-dolomit eller mellem linseformige smaa-partier af rød rutilførende kalkspath-marmor og hvid dolomit-marmor²⁾ (se fig. 13); endvidere karakteriseres vor nordlandske dolomit ikke ved den cavernøse struktur, som udmærker de ved pseudomorfose-dannelse af kalksten — særlig magnesia-holdig kalksten — fremgaaede dolomiter.

Som senere noiere skal paavises, tilhører „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“ efter al sandsynlighed den cambriske formation; a priori maa derfor forudsættes, at der i det hav, hvor sedimentationen fandt sted, eksisterede organismer, — hvad ogsaa bestyrkes derved, at baade kalkstenene og enkelte af skiferne undertiden fører lidt bituminøs substans. Alligevel kan dog neppe formodes, at bundsætningen af de mægtige karbonat-lag i sin helhed skal skyldes organiske livsprocesser. — Herimod taler først, om end ikke med afgjørende beviskraft, den exceptionelt betydelige mægtighed, nemlig ved Fauskeidet ca. 1000 m. og ved Dunderland, Ranen (se herom senere) ikke mindre end ca. 2000—2500 m., som de nordlandske karbonat-lag naar op til; det synes lidet naturligt at supponere slige kolossale skikt afsatte ved organisk virksomhed, naar ethvert spor af

1) Cfr. de af *L. v. Buch*, *E. de Beaumont*, *F. Sandberger*, *Breithaupt*, *Forchhammer*, *Hausmann* m. fl. givne theoretiske udviklinger; vedrørende de mange hypoteser henvises særlig til et arbejde af *C. Doelter* og *R. Hoernes* „Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomit“, *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.* 1875, B. 25.

2) Vedrørende rækkevidden af denne argumentation henvises til *Justus Roth*, *Allgem. und chem. Geologie*, B. 1, 1879, side 543, og *Gümbel*, *Ber. Münch. Akad.* 1870, B. 1, side 193.

fossiler mangler. Men selv om *kalkstenen* skulde forklares dannet paa den angivne maade, kan dog dette neppe være tilfældet med *dolomiten*, allermindst naar det erindres, at denne optræder, som næsten chemisk ren normal-dolomit (CaCO_3 , MgCO_3), med kun en eller i høiden et par tiendedele kvarts osv., i lagrækker af mægtighed i alle fald op til ca. 600 m.

Der kan vistnok ikke leveres noget exact bevis for, at vore karbonater hovedsagelig er chemiske bundfældninger, men vi tør alligevel slutte os til denne opfatning, da herved kan forklares alle de tidligere fremhævede momenter, som maa tages med i betragtning, — nemlig den kolossale mægtighed, udsondringen af kalkspath¹⁾ og dolomit²⁾ i vekslende skikt, følgeskabet kvarts (kiseltsyre) og rutil (titansyre), osv. For noiere at illustrere den omhandlede dannelsesmaade skal vi hidsætte efter *H. Credner*, *Elemente der Geologie*, 6te oplag, 1887 (side 321):

„ . . . Ein ähnlicher Prozess — eine Verdunstung von Wasser und eine Verflüchtigung der nur halbgebundenen Kohlensäure und dadurch eine Ausscheidung des kohlensauren Kalkes (und Magnesias) — mag sich jedoch in den Ozeanen der ältesten Perioden bethätigt haben. Damals waren die atmosphärischen, Niederschläge kohlensäurereicher als jetzt, da sie ihren Weg durch einen Luftkreis machen mussten, in welchem sich die ganze Kohlensäure, die heute den Karbonatgesteinen als solche, in den Pflanzen und Kohlengesteinen, sowie im Graphit als Kohlenstoff, im Bitumen als Kohlenwasserstoff der Erde einverleibt ist, noch in gasförmigem Zustande vertheilt befand. Diese an Kohlensäure reichen Regenwasser mögen auf die Kalk- und Magnesiasilikate der Erstarrungskruste in hohem Grade zerlegend eingewirkt und dem Meer stark konzentrierte Solutionen

- 1) Den fremsatte forklaring afskærer ikke muligheden af, at de smaa kulrester i den graa kalksten kan skyldes organismer.
- 2) At kalkspath afsættes af kulsyreholdigt vand, naar kulsyren gaar sin vei, er saa vel kjendt, at det ikke behøver noiere omtale; derimod turde det være paa rette plads at fremholde, at ogsaa dolomit og magnesiarig kalksten kan dannes paa samme vis, se de mange i *Justus Roth*, *Allgem. und chem. Geologie*, B 1, 1879, side 541—545 opregnede eksempler (afsætning under laboratorieforsøg, ved varme kilder, osv.)

von Kalk- und Magnesiakarbonaten zugeführt haben. Bei dem Mangel an Kalk absondernden Thieren und Pflanzen jener ältesten Zeiten der Erdgeschichte trat endlich wenigstens lokal der Konzentrationsgrad ein, bei welchem sich die Kalk- und Magnesiakarbonate als das Material der dolomitischen Kalksteine abscheiden Einigermassen klare Anschauungen über die Genesis dieser Urkalke fehlen uns noch.“

Nærmere udredning af processerne ved sedimentationen af kalk- og magnesiakarbonaterne samt værende relationen mellem bundfeldningen af jernmalm eller jernglimmer-skifer paa den ene side og af kalksten med dolomit paa den anden følger i et senere afsnit (om jernmalms genesis).

Strækningen. Lagrækkerne i den indre del af Skjærstadsfjorden har, som tidligere omtalt, været underkastede en voldsom strækning, hvis retning fremgaar af følgende oversigt:

	Strog	Fald	Strækningsretn.
Konglomeratet ovenfor Tor- tenli (profil fig. 2, no. 9)	NNO	ca. 45° vest	0-10° mod SSV
Løgafsen, rød-hvid-brogetmar- mor.	NNO	ca. 15° øst	horiz., SSV-NNO
Lund, konglomerat-marmor. .	NNO	35° vest	10-20° mod NNO 20° mod SSV
Øinæs, konglomerat	NNO	45° vest	horiz., SSV-NNO
Leifsæt, marmor	O35° N	40° mod sydøst	30° mod SSV
Stornæs-fjeldet, konglomerat- skifer			

o: Stræknings- og strogretningerne falder temmelig nøiagtig sammen. Om den linje, efter hvilken bergarterne er blevne udvalsede eller forlængede, forløber horisontalt, eller om den stuper lidt mod NNO eller mod SSV, kan paa de fleste steder ikke afgøres med fuld sikkerhed; undertiden observeres dog et utvivl-

somt fald mod SSV, altsaa til samme kant, som foldeaksen hælder.

Efter de af Dr. *H. Reusch* udviklede synsmaader for de formforandringer, som kan fremkaldes hos bergarter ved ydre trykkrafter, skulde strækningsretningen staa lodret paa strøget, hvor foldningsaksen forløber horisontalt, — derimod falde sammen med strøget, naar foldningsaksen staar paa skraa, idet lagene i sidste fald kunde faa anledning til at udvide sig i retning opad mod den fri luft eller eventuelt nedad mod jordens indre. Fra Bergenskanten¹⁾ leveres et par eksempler paa parallellitet mellem strækning- og strøgetretning, hvor foldningsaksen staar paa skraa, — fra Skjærstadjorden kan vi hente nok en verifikation.

Sulitjelma-feltets skifergruppe

(med Langvand eller Sulitjelma kisfelt).

Literatur²⁾.

T. Lassen. Kobberforekomsten i Vattenbygden i Skjærstad i Nordland. Polyteknisk tidsskrift (Kristiania), B. 26, 1879.

Vi har tidligere (se side 43—45 og fig. 2, no. 16 og 22) fulgt profilet, gennem „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“, op Vattenbygden, langs Nedre- og Øvrevand og senere fra Øvrevand til Langvand; fortsættes reisen længere mod øst, begynder skiferne først, omkring gaarden Osbakken (mellem „Fossen“ og vestenden af Langvand) at antage lidt forandret petrografisk karakter, videre mod øst kommer man over i en ny skifer-afdeling, for hvilken foreslaaes benævnelsen „Sulitjelma-feltets skifergruppe“³⁾. Denne karakteriseres særlig ved forskellige glimmerskifere og fyllitiske skifere, med hornblendeskifer osv., — altsaa i det hele og store ved de samme slags skifere, som be-

¹⁾ *H. Reusch*, Bømmelsen og Karmøen, side 364—365.

²⁾ Enkelte observationer findes ogsaa meddelte i en afhandling af *F. Svanonius*, Bidrag till Norbottens geologi; Stockholm, 1880, side 48—51 og 58—59.

³⁾ Se side 11, anm. 1.

tegner „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“; forskjellen er i petrografisk henseende ikke stærkt fremtrædende, men dog i alle fald saa vidt pointeret, at de to grupper nogenlunde let kan holdes ud fra hinanden.

Medens skiferne i den lavere afdeling, „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“, næsten bestandig er mere eller mindre smaa-krusede og puklede, udmærker bergarterne i den øvre afdeling sig i regelen ved en typisk planskifrighed; de falder i store, regelmæssige heller, som med lethed kan spaltes op i tavler. — Glimmerskiferen i den lavere afdeling er oftest af graa eller graasort farve, gjerne temmelig grovkrystallinsk og rig paa kvarts, i store og smaa linser; i den øvre afdeling forefinder vi derimod oftest en finkrystallinsk, finschuppig glimmerskifer af brun farve, i regelen rig paa rutil og hyppig med granat, hornblende, zoisit, undertiden ogsaa disthen. — I den lavere afdeling optræder ofte rene gneisbergarter, nemlig graa eller rød gneis og hornblendegneis, som minder om de azoiske skifere; i den øvre derimod møder man vel aldrig nogen egentlig gneis, men paa den anden side en hel del bergarter, som er ikklædt meget liden krystallinsk dragt, nemlig: fyllitiske skifere, tyndplanig lerglimmerskifer, glinsende skifere, ofte med grafitkjæl, og endog kun yderst svagt metamorfoseret lerskifer og alunskifer. — Endelig maa ogsaa fremholdes som en meget væsentlig differance, at „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“ særlig karakteriseres ved de talrige og hyppig meget mægtige indleininger af kalksten med kalkspath- og dolomit-marmor, medens omvendt kalkstenene i „Sulitjelma-feltets gruppe“ spiller en rent underordnet rolle¹⁾; langs med selve Langvand, hvor jeg foretog temmelig omfattende undersøgelser, forefindes neppe et eneste kalklag, derimod observerede jeg et par ganske smaa bænke af sort, stærkt uren stinkkalk vest for Sulitjelmas fod (ca. 6—8 kilom. fra Langvand).

¹⁾ Den beskrivelse, som pastor S. C. Sommerfelt (l.c.) gav allerede i 1284—27, er saa karakteristisk, at det er berettiget at optage enkelte citater: „Glimmerskifer er den bergart, som egentlig danner egnen (Saltedalen) Bergarten paa de østlige høifjelde er tyndskifrig, i næsten vertikale lag (?), med graalighvid kvarts og prædominerende brunsort glimmer, samt hyppige okerpletter Længere mod øst i Junkersdalen og østenfor den

Ogsaa de tidligere geologer, som har bereist Vattenbygden, er komne til det resultat, at de to hinanden i petrografisk henseende temmelig nærstaaende skifergrupper bør holdes ud fra hinanden: Paa det „Geologiske kart over det nordlige Norge“ er i partiet fra Langvand-Sulitjelma ned mod Junkerdalen afsat en særskilt gruppe, der betegnes som „silurisk?, sorte kalkstene og sorte skifere“¹⁾; — ligeledes udskiller *K. Pettersen* (Archiv, B. 11) Langvandets skifere for sig; grænsen mod „Tromsø-gruppen“ sætter han ved Langvandets vestende, netop paa samme sted, hvor jeg, uafhængig af hans fremstilling, har trukket den.

At „Sulitjelma-gruppen“ er yngre end skiferfeltet længere mod vest, følger umiddelbart af profilet (fig. 2, no. 22 og fig. 15, a & b) ved vestenden af Langvand²⁾: Efter linjen Ørevand-Langvand anstaar de forskjellige „Tromsø-skifere“, med strøg i middel NNO å NO og næsten overalt østligt fald (se side 45), paa det sidste stykke, ved „Fossen“, strøg NO, fald 35—60°, middel 45° mod SO; — ved Osbakken, hvor skiferne i petrografisk henseende staar paa overgangstrinet mellem de to grupper, samme strøg, lidt fladere fald; herfra videre op mod begyndelsen af Langvand, hvor vi møder typiske „Sulitjelma-skifere“, strøg fremdeles NO eller NO å O 40° N, faldet blir stadig fladere og fladere, øst ved selve vandet kun ca. 25—30° mod SO. — Da der i petrografisk henseende foreligger successiv overgang mellem de to skifergrupper, blir det afhængig af et subjektivt skjøn, om grænsen skal flyttes 0.5 å 1 kilom. længere mod vest eller øst; om større spillerum kan der dog ikke være tale.

Ved Langvand danner skiferne en fiad „saddelformig mulde“, som nærmest kan sammenlignes med midtpartiet („halsen“) af

blir overgangen til lerskiferen endnu tydeligere, thi den forekommende bergart kaldes maaske rettest lerskifer. — Urkalk forekommer meget almindelig i meget udbredte leier i glimmerskiferen, skjønt den hele Saltdalen igjennem næsten er den herskende bergart, har jeg dog aldrig truffet den egentlig tilfjelds“.

1) Grænsen mod den „cambriske“ formation er lagt 4—5 kilom. for langt mod øst, noget, som let undskyldes ved et foreløbigt oversigtskart.

2) *K. Pettersens* profil langs den vestre del af Langvand er ikke ganske rigtigt, det harmonerer heller ikke med hans kart.

en hyperbolsk paraboloid, (se den perspektivisk tegnede schematiske figur, fig. 16), — nemlig efter vandets længderetning ($V 35^{\circ} N-O 35^{\circ} S$) en flad mulde og lodret herpaa ($N 35^{\circ} O-S 35^{\circ} V$) en sadel. Da dette forhold er temmelig exceptionelt, og da endvidere et indgaaende kjendskab til lagstillingen senere bliver os af væsentlig betydning til forstaaelsen af kistforekomsternes geologi, skal vi gjennemgaa de forskellige profiler, dragne paa sydsiden og nordsiden langs efter vandet (fig. 15, no. a & b) og lodret herpaa¹⁾ (fig. 15, no. 1—6). Undersøgelsen er let at udføre, da skiferne næsten overalt er regelmæssige og planskiffrige og da fjeldoverfladen, særlig langs vandlinjen og de dybt indskaarne bækkeleier, er lidet dækket; resultatet kan derfor blive temmelig noiagtig.

Profil langs vandet. (Fig. 15, no. a & b). Mellem Osbakken, ved vestenden af Langvand, og Grønli & Storli er skiferens stupning, i snit efter vandets længde, først 25° øst, senere, paa nordsiden af vandet, over længere strækning 15° , $10-15^{\circ}$ og kun 10° , endnu nærmere Grønli $5-10^{\circ}$ og tilslut kun 5° øst; — paa sydsiden endnu fladere, nemlig mellem vestenden og Virumbækken først 15° , senere 10° og tilslut kun 5° mod øst; mellem Virumbækken og Storli nogle flade muldeformige bølger, med hovedfald $2-5^{\circ}$ mod øst. — Ved Grønli, Rupsi- og Bursi-bækkenes udløb paa nordsiden af vandet og Storli paa sydsiden finder vi os i foldens dybeste punkt, skiferne danner her flade smaabølger, i det hele og store af horizontal stilling²⁾; først nærmere henimod Furulund og Grannæs³⁾ begynder faldet at antage hovedretning mod vest, stupningen er dog næsten umær-

1) Da skiktstillingen er temmelig flad, faar man de sikreste observationer ved at aflæse og indtegne lagpladernes vinkel med de to angivne retninger (resp. $V 35^{\circ} N-O 35^{\circ} S$ og $N 35^{\circ} O-S 35^{\circ} V$).

2) Kun ved Glasstulem skjærp møder vi en lokal forstyrrelse, sandsynligvis fremkaldt ved dislokation; faldet er ved skjærpet ca. 60° mod OSO, paa begge sider, nemlig ved Langvand kun nogle 100 m. længere mod syd og op fjeldsiderne, 100 m. længere mod nord, derimod svævende lågstilling. Om Glasstulem se ogsaa *Lassens* afh.

3) Paa „Grannæs“ findes et isoleret lidet skovholt af grantræer, som trives vel. Se nærmere herom i *F. C. Schübeler*, Norges vækstrige, B. 1, side 394.

kelig svag. Mellem Bursi og Glasstulemodden er faldet $2-5^{\circ}$ eller 5° , etsteds $5-10^{\circ}$ mod vest, videre mellem odden og Furulund først $2-5^{\circ}$ mod vest, derpaa over længere strækning horizontale smaabelger, tilslut nærmere Furulund ca. 5° mod vest, — alt-i-alt mellem odden og Furulund fald i middel ca. 2° vest; paa sydsiden ligedan, kun er faldvinklerne her muligens lidt større. — Lige ved Furulund danner skiferne en lokal saddel (se detail-profil fig. 17), derpaa følger paa veien til Sandnæs først en række horizontale smaamulder, senere blir faldet decideret mod vest, først ganske svagt, kun 5° , senere nærmere mod Sandnæs ca. $5-10^{\circ}$, — og endelig mellem Sandnæs og SO-enden af vandet, ved Fagerli, først ca. 10° og senere $10-15^{\circ}$ vest. Paa sydsiden af vandet: ved Grannæs flere horizontale mulder, nærmere mod Fagermo fald $10-15^{\circ}$ mod vest.

Vi skal derpaa, ved at opgaa en række profiler (fig. 15, no. 1—6), i retning N 35° O—S 35° V (*normalt paa vandets længdeakse*) omhandle muldens „saddelform“, altsaa afhældningen mod siderne.

Profil no. 6, Hankabakken—Balmi-elv. — Nord for Hankabakken, op under Sulitjelmas fod, strøg omkring ONO, fald ca. 45° NV. Ved Hankabakken stupning 25° , lokalt op til 45° mod nord, nærmere vandet først over længere strækning fald $10^{\circ}-12^{\circ}$ og senere 5° mod nord, — paa sydsiden af vandet først $5-10^{\circ}$ fald i samme retning, senere fladt.

Profil no. 5, fra Sandvikskjærpet til Jakobsbakken, er opgaaet med stor omhyggelighed: Paa nordsiden af vandet er faldet overalt mod nord, øverst ved kvartsitlaget kun ca. 10° , etsteds $5-10^{\circ}$, ved Sandvikskjærpet ca. $10-12^{\circ}$ og ved vandet ca. $10-15^{\circ}$; i linjens fortsættelse paa sydsiden af Langvand, (fra Grannæset op til Jakobsbakken skjærp (høide over vandet 450 m. og afstand fra samme ca. 3.5 kilom.) møder man i de første par 100 m.'s høide, indtil $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$ kilom. fra vandet, fald 10° og $5-10^{\circ}$ mod nord (o: mod vandet), derpaa over længere strækning fald 5° og $2-5^{\circ}$ mod nord, — saa aldeles flad lagstilling (indtil 250 m. over vandet), — hvorpaa faldet begynder at dreie over mod syd; først er det ganske lidet, kun $2-5^{\circ}$ og 5° , i de sidste 150 m.'s

vertikal høide under skjærpet betydelig steilere, ca. 15—20°; med samme eller endnu steilere fald fortsætter skiferen længere sydover, til det store kvartsitlag langs Gjertrudfjeldets fod.

Profil no. 4, over Furulund eller Mons-Petter-Uren grube, og no. 3, fra Bursi skjærp til Kochhammeren: paa nordsiden af vandet overalt ganske flade fald mod nord, undtagen lige ved Glasstulem skjærp (se side 71), oftest kun 5—10°, — paa sydsiden af vandet ligeledes først svagt fald mod nord, derpaa i retningen NO—SV horizontal lagstilling, saa fald mod syd; ved Kochhammeren en svævende omvendt skaal, videre indover mod Gjertrudfjeldet decideret fald mod syd, størrelse ca. 25—30° (det sidste efter *T. Lassen*).

Profil no. 2, fra lidt vest for Grønli til Furuhaugen: paa nordsiden af vandet fald 5° mod nord, paa sydsiden ligeledes først fald mod nord, ved Furuhaugen svævende lagstilling.

Endelig ved profil no. 1, ca. 500 m. øst for Virumbækken, finder man paa nordsiden af vandet fald mod nord, 5°, og paa sydsiden mod syd, 10°; den borteroderede skiferbue ret over vandet maa altsaa have ligget horizontalt.

Det skiferparti, som i profilerne no. 1—6 normalt paa vandets længdeakse forløber horizontalt, ligger følgelig ved vandets østende (profilerne no. 5 og 6) ca. 1.5—2 kilom. søndenfor vandet; afstanden blir kortere, jo længere man kommer vestover, — og ved profil no. 6 ligger horizontal-partiet lige ved eller ret over vandet.

Baade paa syd- og nordsiden af vandet møder man, heit oppe under fjeldskraaning, et mægtigt kvartsitleie, der kan opfattes som et ledende lag i skiferkomplekset. Den mest fremtrædende bergart-varietet her er lys, glimmerførende kvartsit, undertiden forholdsvis rig paa glimmer; videre forefindes nogle skikt af den vanlige brune glimmerskifer og enkelte granulit- eller „eurit“-lag. Bæltet, som ret op for Furulund er ca. 120—150 m. mægtigt, udmærker sig ved sin nøgne, ufrugtbare overflade, ved den lyse farve i modsætning til de omgivende mørke skifere, og ved den steile mur, det danner.

Den mest fremtrædende bergart inden „Sulitjelma-feltets skifergruppe“ er, som allerede berørt, den planskifrige, finschuppige, brune glimmerskifer, som hovedsagelig er bestaaende af biotit og kvarts, og hvori desuden oftest indgaar rutil, granat, hornblende, zoisit, muscovit, lidt plagioklas osv., undertiden ogsaa disthen.

Rutil forefindes i alle de undersøgte præparater, altid i ganske smaa krystaller, af længde neppe over 0.15—0.20 mm. Knæformige tvillinger og trillinger, efter $P\infty$ -loven, er meget almindelige, og desuden forefindes paafaldende hyppig hjerteformige tvillinger, efter $3P\infty$ -loven¹⁾. • Mineralet, som undertiden er tilstede i saa rigelig mængde, at det maa regnes som væsentlig bestanddel i skiferen²⁾, viser her som ellers idiomorf kontur mod alle de senere udkrystalliserede mineraler. — I enkelte præparater lidt magnetit, i de fleste ikke noget; zirkon ikke paavist.

Granat optræder undertiden i ganske smaa, vel udviklede krystaller (∞O), som er jævnt og rigelig fordelt over det hele, og som viser idiomorf kontur mod alle de øvrige silikater; i andre skifer-varieteter, som efter udseender kunde betegnes som „tytberg“, findes granat, sammenvokset med meget kvarts, i større individer („tyter“), med antydning til krystallografisk begrænsning (∞O).

Hornblende, dels i mindre naale, i selve grundmassen, og dels i større krysstaller, der oftest er knippeformig anordnede. Denne varietet stemmer temmelig noiagtig overens med den tyske „Garbenschiefer“ eller den svenske „kärfskiffer“, der som bekjendt karakteriserer vor „Røros-skifer“ og tildels den svenske „Køli-gruppe“³⁾.

Zoisit og *muscovit*, ofte i nogenlunde store krystaller, som indeslutter rutil og granat, men som omvendt har krystalliseret

1) Cfr. side 50, anm. 4.

2) At mikroskopisk rutil indgaar i rigelig mængde i glimmerskifer fra regional-metamorfoserede distrikter, som det her foreliggende, er tidligere mange gange bleven paavist (se side 52).

3) Se *O. Torell* „Aflagringarna på ömse sidor om riksgränsen uti Skandinavien sydligare fjelltrakter,“ Geol. fören förh. 1888, B. 10, side 251.

ud tidligere end *biotiten* og *kvartsen*. Disse to, undertiden ledsagede af lidt *plagioklas*, danner bergartens „grundmasse“.

I glimmerskiferen lidt vest for Gikjen-bækken eller Gikjenvandene, ca. 5—7 kilom. fra Langvandet og ret vest for Sulitjelmas fod, blev fundet en hel del disthen, i store individer¹).

„Sulitjelma-gruppens“ *zoisit-amfibolit* (*saussuritgabbro*) og *zoisit-amfibol-skifere* optræder i saa nøie forbindelse med selve *kisforekomsterne*, at vi beskriver dem under *kis-afsnittet*.

Granitfelt. Paa nordsiden af Langvand, omkring 1.5—2 kilom. fra vandet, anstaar et mindre granitfelt, som ret op for Furulund grube følges fra høide ca. 400 m. til 800 m. over vandet. — Bergarten er hvid *muscovit-førende biotitgranit* (med *zirkon*, *titanit*, *paafaldende meget apatit*, — *kataklas-struktur*), ikke eller kun hist og her *stribet*, *vakkert bænket*; langs *granitgrænsen* er den *tilstødende skifer håard* og *klingende*, *o: kontakt-metamorfoseret*, og *gjennemsat* af en hel del *granitgange*. I *detaillen skjærer graniten* hist og her *over lagene*, i det hele og store *findes dog eruptiven indkilet mellem skikterne*.

Sulitjelma blev allerede „opdaget“ i 1808²) af den bekendte svenske forsker *Göran Wahlenberg*, der leverede en efter den tids standpunkt fortrinlig beskrivelse, særlig af *bræerne* og *morænerne* (l. c.).

Med „*Sulitjelma*“ forstaaes ikke kun en enkelt top, men et *fjeldkomplex* paa omkring 5—6 toppe, hvilke tilsammen dækker antagelig henimod eller omkring 1 norsk kvadratmil; straks nordenfor *Sulitjelma* følger *fjeldet* eller *fjeldgruppen Almajalos*, et par mil vestenfor ligger „*Blaamanden*“ og søndenfor *Sulitjelma*, dog adskilt fra dette ved *Pieski-* og *Lommijavres dybe dalføre*, har vi et par *isolerede fjelde*, *nordre* og *søndre Zaulo*.

¹) Bergarten her kan sammenlignes med „*Drøia-skiferen*“ i *Holtaalen*, *Guldalen*.

²) Til sammenligning kan anføres, at *Jotunheimen*, som er meget større og lettere tilgængelig end *Sulitjelma*, og hvis *fjeldtoppe* rager meget højere tilveirs, først blev almindelig kjendt ved *B. M. Keilhau* og *Chr. Boecks* reise i 1820.

Efter *Wahlenbergs* og senere *Svenonius's* fremstilling¹⁾ skulde Sulitjelmas høieste toppe netop ligge paa grænsen mellem Norge og Sverrige; efter oplysninger, som er mig meddelte af kartografer ved „Norges geografiske opmaaling“, stryger dog rigsgrænsen, nemlig linjen mellem grænserøserne no. 239 og 240, umiddelbart øst for toppenes fod, — Sulitjelma er altsaa et norsk fjeld²⁾.

Adkomsten til Sulitjelma er forholdsvis let, idet man paa en enkelt dag, ja endog paa 8—10 timer, med udgangspunkt den østre del af Langvand, kan bestige den sydligste af toppene, „Vardetoppen“; fra Sandnæs følges Gikjen-bækkens dalstrøg til høide ca. 500 m. o. h., senere har man en jævnt stigende fjeldmark i antagelig 5—6 kilom.'s længde, retning ONO, hvorpaa Sulitjelma-toppene hæver sig som markerede kegler. — Fra de dybe botner, som kun er adskilte fra hinanden ved skarpe og tynde kammer, udgaar en hel del temmelig lange gletschere, der nedentil er omgjærdede ved høie morænevolde (se *Wahlenbergs* beskrivelse).

Fjeldmarken rundt omkring Sulitjelma og mellem denne og Blaamanden ligger i høide paa omkring 900—1200 m. o. h., og efter *Wahlenbergs* maaling³⁾ naar fjeldtoppene op til høide: Sulitjelma (o: nordvestre Sulitjelmas østre kam)

	5796 par. fod = 6001 norske fod = 1875 m. o. h.,
Almajalos	5200 „ „ = 5380 — „ = 1688 - —
Nordre Zaulo	5309 „ „ = 5500 — „ = 1726 - —

Wahlenberg bestemte høiden af „søndre“ Sulitjelma, sandsynligvis den top, som nu kaldes „Vardetoppen“, til 5173 par. fod = 1671 m., — og med aneroidbarometer maalte jeg „Vardetoppens“ spids til 1750 m.

Sulitjelma er tidligere, saavidt vides, ikke bleven besteg af nogen geolog, det har dog været bekjendt, at fjeldet er bygget

1) Sverriges högsta fjäll. Svenska turistföreningens årskrift, 1889.

2) I det nordlige Sverrige findes betydelig høiere fjelde, Kebnekaisse endog paa 2136 m., herom næiere i den orografiske oversigt.

3) Disse udførtes dels med kviksølvbarometer og dels ved trigonometri; bestemmelsen af Sulitjelmas høide over Lommijavre efter begge metoder.

af gabbro: *K. Pettersen* (Archiv, B. 11, side 405) anfører at have fundet en hel del gabbroblokke i morænerne foran Sulitjelma-gletscherne, *F. Svenonius*¹⁾ omtaler „gabbro, meget vakker, oftest temmelig grovkornig“ i flere toppe i den nordre halvdel af Sulitjelma, og *Dr. T. Dahll* fik sig, i anledning af udarbejdelsen af det geol. kart over det nordlige Norge, tilsendt stenprøver, nemlig gabbro, fra vor fjeldgruppe.

Ved en excursion paa vestsiden af Gikjen-bækken, ind under Sulitjelma-toppenes vestre fod og ved bestigning²⁾ af „Vardetoppen“ kunde ogsaa konstateres, at selve Sulitjelma-keglerne bestaar af gabbro, medens derimod heidemarken syd og vest for fjeldgruppen er bygget af skifer. Allerede i temmelig stor afstand lægger man mærke til, at Sulitjelmas bergart udmærker sig ved meget mørkere forvittringshud end fjeldmarkens³⁾; kommer man nærmere, viser det sig, at den mørke bergart er gabbro (olvingabbro). At denne er forherskende i alle Sulitjelma-toppene, fremgaar ogsaa deraf, at hele plateauet vest for fjeldgruppen er overstrøet med erratiske gabbroblokke.

Efter ruten Langvand (Sandnæs)—Hankabakken—Vardetoppen fortsætter Langvand-skiferne (se profil fig. 15, no. 6), med strøg ca. ONO og nordligt fald, indtil høide ca. 1250 m. o. h., — derpaa følger først „flasergabbro“ (med udseende som Rossweins i Sachsen) og senere den vanlige massive gabbro, som undertiden er frisk, dog oftest, som f. eks. paa spidsen af „Vardetoppen“, stærkt omvandlet. — Gabbroen er, som saa ofte ellers, gjennemsat baade af grovkornige gabbrogange⁴⁾ og af grovkornige granitgange, særlig granitgange af samme habitus som i Romsaasen⁵⁾. Nær grænsen indeslutter gabbroen en hel del stærkt kontakt-metamorfoserede brudstykker af de omgivende skifere;

1) Bidrag till Norrbottens geologi. Stockholm, 1880, side 58.

2) Desværre foretaget i meget ugunstig veir.

3) Ved en af de nordre toppe saaes i afstand et bredt lyst „baand“, sandsynligvis granit, langs foden. — Ogsaa *Wahlenberg* omtaler Sulitjelma-bergartens mørke hud.

4) Om disse noteredes specielt, at de lignede de grovkornige noritgange i det Ekersundske noritfelt, se en afh. af mig „Titanjern-forekomsterne i noritfeltet ved Ekersund — Soggedal“.

5) Se *L. Meinich*. Nyt magazin for naturv. 1878, B 24.

etsteds saaes endog haard klingende skifer — af omtrent samme udseende som den langs granitgrænsen kontakt-metamorfoserede skifer i silurisk etage 4 ved Kristiania — gjennemsat paa kryds og tvers af fingertykke til næsten bladtynde gabbro-aarer ¹⁾. Skiferen langs Sulitjelmas fod er ogsaa stærkt kontakt-metamorfoseret, der kan følgelig ikke herske nogen tvivl om, at Sulitjelmas gabbro er af eruptiv oprindelse.

Den primære, ikke omvandlede bergart i Sulitjelma er næsten ganske frisk *olivingabbro* ²⁾, bestaaende af *olivin*, som kun er ganske svagt serpentiniseret, *diallag*, med de bekjendte chokoladebrune interpositioner, ved siderne undertiden parallel-sammenvokset, med fælles c-akse, med en tynd brem af hornblende, og basisk *plagioklas*, ligeledes med de for de fleste gabbroer saa karakteristiske fine interpositioner; lidt magnetkis, sort erts osv. — Bergarten stemmer temmelig nøiagtig overens med *olivingabbroen* fra mange af de søndenfjeldske findesteder, særlig med apatitgangenens primære *olivingabbro* ³⁾ (f. eks. fra Ødegaarden, Ravnefjeld, Haaasen osv.).

Gabbroen fra Vardetoppens spids har undergaaet en „saururit-omvandling“: diallagen er næsten i sin helhed bleven omsat til et aggregat af hornblende og plagioklasen tildels til zoisit med noget muscovit; desuden er bleven udskilt lidt sekundær titanit, muligens ogsaa lidt rutil. Nogen bestemt rest efter olivinen kunde ikke paavises, rimeligvis fordi dette mineral ikke indgik i den oprindelige bergart fra fjeldets top.

1) Gabbro-magnaen kan altsaa, naar den trænger gennem brudstykker eller sidesten, fordrumme sig til ligesaa fint netværk som f. ex. granit og syenit.

2) Præparat af blok ved fjeldets fod.

3) I denne forbindelse kan vi minde om, at apatit, i hornblende-skapolith-gange, som bekjendt i de senere tider er bleven paavist i det store gabbrofjeld Dundret ved Gellivara. Den primære bergart her, dels gabbro og dels *olivingabbro*, ekvivalerer nøiagtig *gabbroen* (og *olivingabbroen*) ved de norske apatitgange (se herom afh. af G. Lövestrand, Geol. fören. förh. B. 12, side 180, og den svenske „apatitkommissions“ beretning, 1890, *Lundbohms* afh., side 29), følgelig ogsaa sandsynligvis bergarten i Sulitjelma. Dundret og Sulitjelma ligger paa næsten nøiagtig samme breddegrad, med indbyrdes afstand ca. 180 kilom.; muligens tilhører de to fjelde og de øvrige gabbroforekomster i Nord-Sverige et fælles stort gabbro-tog.

Kisfeltet ved Langvand¹⁾

(„Sulitjelma kisfelt“).

Kisforekomsterne paa begge sider af Langvand²⁾ optræder — paa samme maade som de søndenfjeldske forekomster med typus Røros, Foldal, Ytterøen, Varaldsoen osv. — indleiet i skifer, som større eller mindre linseformige masser; disse tilhører et og samme skiferniveau eller mere distinkt udtrykt, en og samme skiferzone af mægtighed ikke over ca. 30—60 m. eller i hoiden 100 m.; de forskellige forekomster paa hver sin side af vandet er ogsaa næsten overalt forbundne med hinanden indbyrdes ved kis-impregnerede skifere.

Det væsentligste hidtil udførte arbeide er koncentreret ved

Furulund eller Mons-Potter-Uren grubefelt, som først noiere skal omhandles (se længde- og tverprofil, fig. 17).

At kiseniveauet her, fra „vestre skjærp“ via Oskar- og Bismarck-skjærpene og hovedgruben til østre skjærp, i en længde af omkring 750 m., noiagtig følger skikterne, er let at afgjøre: rustzonen i dagen forløber uden afbrydelse, mellem glimmer- og chloritskifere i det liggende og hornblende- og zoisit-hornblende-skifere i det hængende.

Inden den nævnte strækning foreligger flere separate, mere eller mindre kompakte kislinser, som lokalt kan svulme op til ganske betydelig mægtighed (5 m., kanske endog 8 m.), og som

¹⁾ Foruden til *T. Lassens* allerede citerede afb. henvises ogsaa til en brochure, nærmest forretningsbrochure, af *E. Dietz* og *A. Goetting*, „Ueber das Vorkommen von Kupfer- und Schwefelkies in den Sulitjelma Gruben am Langvand im nördlichen Norwegen“. Berlin 1889. (Den her meddelte geologiske udredning skyldes for den væsentligste del mine egne observationer, som jeg stillede til forfatternes disposition).

²⁾ De første kisle fund her blev anmeldte i begyndelsen af 1870-aarene; et mindre forsøgsarbeide, under bestyrelse af *T. Lassen*, blev sat igang i 1878—79, først for et par aar siden (1887) begyndte dog en mere ordnet drift, for regning af et svensk-tyk aktieselskab (se den trykte aktieindbydelse, hvor bl. a. forefindes beskrivelse af geschwornen *Bachke*, Trondhjem, og bergingeniørerne *Granström*, *Johansson* og *Witt*, Sverrige). — Flere af de vigtigste forekomster er fremfundne, efter at *Lassens* afhandling blev publiceret, forøvrigt kan de indtil mit besøg sommeren 1889 foretagne arbeider nærmest karakteriseres som forsøgsdrift i stor stil.

igjen staar i forbindelse med hinanden ved kisserprængte skifere. Forekomstmaaden illustreres bedst ved detailprofil, fig 18, over det udgaaende ved hovedgruben: Mod siderne kiler kisen sig snart fuldstændig ud, snart fortsætter den under form af mere eller mindre fattig impregnation, — og inde i selve kismassen er indleiet en mængde smaalag dels af zoisit-amfibol-skifer og glimmer- og cloritskifer, altsaa de bergarter, som anstaar i det hængende og liggende, og dels af lyserød, næsten ganske tæt granulitskifer og graa kvartsskifer. Som ved de analoge søndenfjeldske forekomster er ogsaa selve kisen tydelig lagdelt¹⁾, hvilket snart skyldes vekslende kornstørrelse paa svovlkiskrystallerne snart vekslende kobberkis-, zinkblende- eller svovlkis-gehalt, snart vekslende kvarts-, hornblende- og glimmer-mængde osv. De indleiede skiferpartier, som jævnlig er stærkt kis-impregnerede, viser hyppig uregelmæssig linseform (se fig. 18 og 19); lagdelingen i kisen snor sig i saa fald omkring skifer-bollerne og deltager med disse i de forskjellige krusninger og bøjninger, — undertiden er dog skiferen bleven presset itu, og kis er trængt ind i sprækkerne²⁾ (se fig. 19).

I skiferen saavel i det hængende som liggende for hovedkislaget forefinder vi meget ofte snart mindre, næsten ganske rene kislager og snart ganske fattige kis-impregnationer (se fig. 17 og til sammenligning „Foldalens kisleit“, fig. 6 a).

Ved Mons-Petter-Uren-gruben var den vigtigste til sommeren 1889 kjendte kislense opfaret med feltort og tverslag i omkring 60—80 m.'s længde og 30—50 m.'s bredde. Forsøgsarbejderne var dog endnu ikke saa langt fremskredne, at man med sikkerhed kunde angive kismassens ydre form; dog synes man ogsaa her at maatte kunne benytte den tidligere brugte sammenligning³⁾ med en „lineal“, hvis længderetning maatte blive omkring N-S eller NNO-SSV og fald svagt østligt.

Som berørt fortsætter den nogenlunde kompakte kismasse til siderne under form af kis-impregnation; de indleiede skifer-

¹⁾ Se herom f. eks. en afh. af mig „Foldalens kisleit“ (Norske ertsforekomster, No. VII), side 14—15 og fig 5—6.

²⁾ Ogsaa dette er et ved vore søndenfjeldske kisleitforekomster vel kjendt tilfælde.

³⁾ Se ældre arbejder af H. Hansteen, Th. Kjerulf m. fl.

smålag tiltager lidt efter lidt i antal og mægtighed, tilslut blir skiferen aldeles forherskende, kisen forefindes ikke længere i sammenhængende snorer eller striber, men kun i isolerede kry-staller ($\infty 0 \infty$), som hyppig karakteriseres ved en paafaldende størrelse (sidekant endog indtil 5 cm. og derover). Ved Furulund grubefelt udmærker den kompakte kismasse sig ved en temmelig betydelig gehalt paa kobberkis, medens derimod skife-ren — glimmer- og cloritskifer — i leiets fortsættelse næsten kun er impregneret med svovlkis.

Omkring 150 m. vest for hovedgruben samler kisen sig paany til en nogenlunde ren og kompakt masse, hvor ogsaa forsøgsdrift saavidt er begyndt, — endnu lidt videre mod vest finder vi en eller kanske et par nye linser, og nogle faa hundrede m. (ca. 250 m.) øst for hovedgruben optræder et lignende nogenlunde kompakt lag.

Fra Furulund-feltet følges den kis-impregnerede skiferzone mod øst via *Sandnæs-skjærpet*, hvor vi paany møder en lokal linse (lige ude i dagen 1 m. mægtig lidt uren malm), op til *Hankabakken skjærp*¹⁾, paa veien henimod Sulitjelma. Her op-træder, inden en skifer mægtighed paa ca. 50 m., ikke mindre end 3—4 særskilte kisleier eller impregnationer, — i et leie overveiende meget kobberkis med lidt svovlkis, magnetkis, forholdsvis meget zinkblende, og kvarts, glimmer, salit osv. (mægtighed ude i dagen ca. 0.25 m.), i et andet leie den vanlige svovlkis-malm, (mægtighed ude i dagen 0.3—0.5 m.). Øst for Hankabakken, paa veien mod Sulitjelma, stikker de kisleier fremdeles op hist og her i en eller kanske et par kilom.'s længde.

Mod vest for Furulund-feltet forløber kisonen, som markeret baand i brat styrtning, næsten aldeles horisontalt, til *Bursi skjærp*, som er anlagt paa kis-impregneret glimmer- og cloritskifer, med et indleiet kompakt kisleie, tilsammen af 3—4 m.'s

¹⁾ Om den stærke oprustning og okkerdannelse i dagen ved Hankabakken henvises til *Lassens* afh.

mægtighed; forholdene er her i enhver henseende som ved Oskar- og Bismarck-skjærpene i Furulund-feltet¹⁾.

I nærheden ligger *Glasstulem* skjærp (se *Lassens* afhandling), hvor ligeledes er arbeidet paa kis-impregneret skifer (af mægtighed mindst 4—5 m.); partiet heromkring viser andet strøg og fald end i det omgivende terrain, hvad sandsynligvis skyldes en lokal dislokation (eller fold?), se side 71. — Ovenfor Bursi- og Glasstulem-skjærpene ser man i den steile fjeldvæg et nyt falbaand, som er adskilt fra hovedleiet ved mellemliggende skifer paa efter skjøn ca. 50 m.'s tykkelse, og som ogsaa kan følges over betydelig længdeudstrækning.

Endnu længere mod vest kan man med øiet følge rustbaandet eller -baandene i flere kilom.'s længde, først i svævende lagstilling forbi Rupsi og senere med langsom stigning op under fjeldet nord for den vestre del af Langvand, — alt-i-alt er altsaa kisliveauet paa nordsiden af Langvand opgaaet i 6—8 kilom.'s længde.

Paa den anden side af Langvand møder vi længst mod øst først *Jakobsbakken* skjærp, hvor dog ikke, som ved de fleste eller vel alle de øvrige fund ellers i distriktet foreligger nogen „kismalm“ (blødmalm), men en „kvartsmalm“ (haardmalm). Den vigtigste hidtil kjendte anvisning her bestaar nemlig af et kvartskobberkis-leie, med lidt magnetkis, men uden eller med ganske lidt svovlkis, af mægtighed ude i dagen ca. 0.3—1 m. Selv opgik jeg dette lag, hvor endnu ikke var foretaget nogetsomhelst forsøgsarbeide, i ca. 0.5 kilom.'s længde, siden er det, efter opgave i *Goetting* og *Dietz's* brochure, bleven fulgt i ca. 3 kilom.'s længde, særlig mod SO henimod Balvand. — Paa de punkter, hvor jeg lige ude i dagen saa friskt brud, fandtes overalt temmelig meget kobberkis, — forekomsten maa derfor tillægges adskillig betydning. — *Lassen* anfører fra et punkt i nærheden et lidet leie af magnetkis, hvori er paavist 0.3 % nikkel. — Et stykke under *Jakobsbakken* skjærp anstaar, aldeles som under *Hankabakken*, uren alun- eller grafitiskifer samt tyndblandig lerglimmerskifer.

¹⁾ Nær Bursi-skjærpet er efter mit besøg fundet en ny kislinae, som efter opgivende skal være ganske lovende.

Øst eller nordøst for Jakobsbakken følger først anvisningerne i *Kochhammeren*, hvor der, efter *Goetting* og *Dietz's* beskrivelse, foreligger en 4 m. mægtig impregnations-zone; fald 20° mod VSV; ved det udgaaende naar svovlgehalten neppe 40 %, til gjengjæld viser kobberkisen oftere temmelig betydelig mægtighed.

Endnu længere mod øst ligger de mange skjærp i *Furuhaugen*, hvor skikterne ligger i flad bølgeformig lagstilling. Paa flere forskellige niveauer er skiferne her i temmelig betydelig mægtighed ganske rigt impregneret baade med kobberkis og svovlkis¹⁾; i det liggende anstaar, som ved Furulund-feltet, clorit- og glimmerskifer, i det hængende derimod zoisit-hornblendeskifer. Endvidere er ved Furuhaugen nylig bleven antruffet et kobberkis-svovlkis-leie af lignende beskaffenhed som ved Mons-Petter-Uren grube; dimensionerne kan dog ikke angives, da marken rundt omkring var aldeles tildækket; forsøgsarbeide er først bleven sat igang efter mit besøg paa stedet.

At de forskellige forekomster paa hver sin side af vandet tilhører et og samme niveau, fremgaar umiddelbart deraf, at vi kan følge rustzonen i dagen fra anvisning til anvisning, hele feltet gennem²⁾, og at de to kislinjer efter vandets længderetning danner en flad skaal, som de omgivende skifere (se profil fig. 15, no. a & b). — Og at de to felter paa nord- og sydsiden af vandet repræsenterer samme trin inden lagrækken, kan ogsaa skridt for skridt bevises: som tidligere omhandlet, forefinder vi det dybeste punkt i den „hyderbolske paraboloid“, som skiferne danner, ved Grønli-Bursi-Furulund paa nordsiden og ved Storli paa sydsiden af vandet; baade mod øst og vest stiger skiferen lidt tilveirs. Endvidere angiver profilerne lodret paa vandets længdeakse, at saddelfoldenes horizontal-parti i den østre halvpart eller to-trediepart af vandet ikke ligger ret over vandet, men lidt søndenfor samme, i overensstemmelse hermed viser det

¹⁾ Se herom *Lassens* detailbeskrivelse.

²⁾ Naar man fra et høit punkt paa den ene side af vandet overskuer terraintet paa den anden side, tegner rustzonen sig som et kontinuerligt baand.

sig, at kislinjen paa sydsiden af vandet i det hele og store forløber i lidt større høide over vandspeilet eller i større horisontalafstand fra vandet end kislinjen paa nordsiden. — For nøiere at godtgjøre dette skal vi sammenstille de forskjellige forekomsters høide over Langvand og afstanden fra samme; endvidere medtages skiferens og kisleiernes faldvinkel:

Paa nordsiden af Langvand (ca. 120 m. o. h.)

	Høide over Langvand.	Afstand til Langvand.	Fald.
Hankabakken skjærp	390 m.	ca. 1.5 kilom.	20—45° mod N
Sandvik —	140 -	- 0.5 -	10° mod N
Furulund grubefelt .	100—150 m.	0.2—0.3 -	5—20° mod N
Bursi skjærp . . .	65 m.	ca. 0.5 -	5° mod NNO
(Glasstulem skjærp).	70 -	- 0.4 -	(60° OSO)

Kiszonen længere mod vest i stadig større høide over og større afstand fra vandet.

Paa sydsiden af vandet:

	Høide over Langvand.	Afstand til Langvand.	Fald.
Jakobsbakken skjærp	450 m.	3—4 kilom.	20° mod VSV
Kochhammeren . . .	ca. 200 m.	ca. 1.2—2 -	20° mod SV
Furuhaugen. . . .	120—175 m.	ca. 1—1.5 -	(Bølgeformig lagstilling.)

Det vundne resultat kan tilslut ogsaa kontrolleres derved, at kisforekomsterne paa begge sider af vandet optræder i nogenlunde samme stratigrafiske afstand under det karakteristiske mægtige kvartsit-lag, der som tidligere paapeget maa opfattes som et orienterende skikt (paa nordsiden, ved Furulund, er niveauforskjellen maalt til ca. 150—200 m., og paa sydsiden, ved Jakobsbakken, kan den efter skjøn sættes til 1000 m. \times sin $15^\circ = 260$ m.)

Malmens mineralogiske beskaffenhed. — Ved Furulund hovedgrube kan man nogenlunde distinkt holde ud fra hinanden to forskellige slags malme, nemlig a) vanlig kismalm (med

ca. 3.5—5 % kobber og 42 %, op til 45—46 % svovl), og b) kobberkis-malm, med høiere kobbergehalt (10—12 %, op til 15 % kobber og omkring 30—35 % svovl); hertil kan endvidere føies den kisimpregnerede skifer, fra fortsættelsen af de egentlige kislinser, og skiferpartier, særlig de i malmen indleiede skiferlag, som er gjennemsatte af kobberkis-svovlkis-aarer ¹⁾. — Kismalmen udmærker sig her, som ved vore øvrige analoge forekomster, f. eks. Foldal, Arvedals grube ved Røros, Ytterøen, Valaheien, Vignæs osv., ved en meget enkel karakter: fingrynet svovlkis, (omtrent fri for magnetkis), med en del kobberkis, lidt zinkblende, spor af blyglans osv., og opblandet med kvarts, straalsten, glimmer m. m., veksler med tynde cloritlameller, lidt zoisit-amfibol-skifer osv. — Kobberkis-malmen derimod viser større afveksling, idet den, foruden de allerede nævnte silikater, hyppig fører en hel del epidot og titanit (lysegul), begge gjerne i ganske store krystaller, desuden zoisit, kalkspath osv.; skarpt udviklede svovlkis-krystaller ($\infty 0 \infty$), ofte tomme store, ligger udskilte paa kryds og tvers, nogenlunde hyppig finder vi ogsaa lidt zinkblende, magnetit (i oktaedere), osv.

Ved de fleste øvrige forekomster i feltet (Hankabakken, Sandnæs-, Bursi- og Glasstulem-skjærpene paa nordsiden, Furuhaugen og Kochhammeren paa sydsiden) forefinder vi malm af lignende natur som ved Furulund, særlig er det paafaldende, hvor regelmæssig epidoten og titaniten følger med de større kobberkis-ansamlinger, — ved Jakobsbakken derimod optræder en ganske anden slags malm, nemlig kobberkis med overveiende meget kvarts, lidt magnetkis, men neppe noget svovlkis.

Til nøiere oplysning hidsættes nogle mindre gjennemsniitsprøver.

A. Udtagne juli 1887 af bergmester Backke og bergingeniørerne Witt og Johnsson, fra 4 forskjellige punkter i Furulund hovedgrube:

¹⁾ Denne slags fattige opberednings-malm kunde med en fra Rammelsberg (Goslar) hentet betegnelse benævnes „Kniest“.

Cu	6.60	2.32	4.35	5.44
S	45.35	49.15	46.36	47.93
Uopl.	3.51	2.25	2.68	3.55

B. Udtagne mai 1887 af ingeniør Hasselbom, fra samme grube:

Cu	Fe	Zn	Pb	As	S	Si O ₂	Ca O
5.60	42.09	0.26	0.21	0.03	45.79	4.26	0.09
5.75	42.09	0.26	0.18	0.03	46.11	3.92	

C. Selvehalter, angivne i gram pr. ton:

	Mons-Petter-Uren grube				Glasstu- lem	Hanka- bakken	Jakoba- bakken
% Cu	8.68	11.79	4.78	6.41	8.24	17.42	12.34
% S	45.95						
gram sølv pr. ton	20	88	17	22	17	84	80

(Analyserne A og B udførte ved Helsingborgs svovlsyre-fabrik, C efter velvillig meddelelse af d'hr. Goetting og Dietz.)

Transportforholde og lokale betingelser. — Tanken at etablere berg-verksdrift lige ved Sultjelmas fod (breddegrad 67° 15'), en mile vei fra rig-grænsen, kunde ved første blik synes temmelig afskrækkende; de lokale betingelser er dog paa langt nær ikke saa ugunstige, som vel de fleste paa forhaand vil forestille sig. Særlig lettes transporten i høi grad derved, at den for en væsentlig del kan ske ad vandvei. (Nedre- og Øvre vand, Langvand).

Nedrevand, ca. 4—5 kilom. langt og kun ca. 0.5—2 m. over Skjærstadfjorden, er forbundet med fjorden ved Fineidstrømmen, af længde ca. 300 m., og Øvre vand, ca. 11 kilom. langt og nogle faa m. over Nedrevand¹⁾, staar igjen i forbindelse med det sidste ved Hjemgamstrømmen, ca. $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ kilom. lang.

¹⁾ Dette ligger saa lavt, at Fineidstrømmen under flodtid flyder ganske svagt, ved springflod rinder fjorden endog ind i Nedrevand (som ved Saltstrømmen). Flod og fjære kan undertiden, grundet opstuvningen, mærkes helt op til Skjønstu, ved østenden af Øvre vand. — Efter opgivende er vandet i Øvre vand (som i alle fald paa enkelte steder er meget dybt, paa ca. 300 m.) brakt paa 10 favnes dyb og ganske salt paa 15 favnes dyb og derunder; i mands minde skal saltvandet fra fjorden dog aldrig, selv ikke ved høieste springflod, have naaet op gjennem Hjemgamstrømmen, — saltgehalten i dybet af Øvre vand maa derfor skrive sig fra en periode, da havet stod en eller et par meter høiere og saaledes naaede helt op til Skjønstu.

De to vande er kun adskilte fra hinanden ved en stor endemoræne; ved til- mudring er den øvre del af Nedrevand bleven temmelig grund, dog ikke værre, end at baade hele Nedrevand og Hjemgamstrømmen under normal vandstand kan passeres med fembringinger. Ved Fineidstrømmen derimod maa man nu foretage en omlastning. — Ved kanalisering (opmudring af Fineidstrømmen, lidt af den øvre del af Nedrevand og Hjemgamstrømmen, ved hver af strømmene muligens ogsaa en mindre sluse) vil man kunne faa seilbar led fra fjorden helt op til Skjønstu.

Herfra og op til „Dammen“ (fossen) ved Langvand (120 m. over havet) el- ler Langvandelven er afstanden i ret linje ikke fuldt 7 kilom., en allerede anlagt provisorisk vei er 10.2 kilom. lang. — elven med sine krumninger 10.3 kilom. lang, — og en opstukket smalsporet jernbane (kalkuleret til kr. 170,000) viser en lignende længde.¹⁾

Under de nuværende rent foreløbige transportforholde (færging paa Lang- vand, omlæsning ved „Dammen“, kjørsel paa tarvelig vintervei herfra til Skjønstu, paany omladning og vandtransport ved fembøring og færge paa Øvre- og Nedrevand, nok en omladning og kjørsel et par hundrede m. til havnen) stiger de samlede transportudgifter op til omkring kr. 8 pr. ton (foruden rentetab og spild ved de mange omlæsninger). — Denne post vil kunne reduceres meget be- tydelig, naar kommunikationsmidlerne blir mere udviklede; efter de forskjellige alternativer (jernbane, hestebane eller traadbane, flere dammer i Langvandselven osv.) skulde de samtlige transportudgifter fra Langvand, ved en aarlig produktion af 5,000 resp. 10,000 tons, kun beløbe sig til kr. 2.65, 2.68, 2.23 resp. kr. 1.97, 2.10, 1.56, — altsaa med rundt tal kr. 2—3 pr. ton

Planen for vordende drift er at forbinde alle de forskjellige gruber ved traadbane eller glidebane, som paa grund af faldet udforbakke ikke behøver særskilt motor, med Langvand og senere føre malmen til et fælles opberednings- verk, der bliver at placere et eller andetsteds ved vandet.

Langvandet ligger i høide omkring 120 m. o. h.²⁾, de fleste anvisninger igjen ca. 75—175 m. over Langvandet, altsaa 2 à 300 m. o. h.; kun to, nemlig Jakobbakken og Hankabakken, naar op til høide 400—450 m. over Langvand, altsaa med rundt tal 5 à 600 m. o. h. — De to sidste stiger op over skovgrænsen, som kan sæt- tes til høide ca. 375 m. o. h. — Ved Langvand, som har været bebygget, af fastboende nordmænd, siden begyndelsen af aarhundredet, modnes poteter, men ikke korn; at vegetationen her om sommeren, under midnatssolen og ved foden af de høie fjeldgrupper, er usædvanlig yppig, ligger i sagens natur³⁾.

Baade med hensyn til transportforholde og klimatologiske betingelser blir saaledes et vordende kobberverk ved Langvand ikke ugunstigere, men snarere gunstigere situeret end f.eks. Røros verk.

Ved Furulund grube, hvor arbeidet paabegyndte vaaren 1887, var indtil udgangen af 1888 produceret 1,724 tons malm⁴⁾; i 1889

1) Efter opgave i *Goettings* og *Dietz's* brochure.

2) *Wahlenberg* opgiver 362 par. fod = 112 m., *K. Pettersen* 122 m., *T. Las- sen* 146 m., efter min egen maaling 117 m.

3) Allerede gaardsnavnene Grønli, Fagermo, Fagerli, Furulund, Furuhaugen — og Grannæs — antyder vakre omgivelser, med efter forholdene nogenlunde frodig skov nede ved vandet, særlig paa sydsiden, langs Balmi-elven.

4) Se bergmesterens indberetning for 1888, trykt i *Norsk teknisk tidsskrift*, 1890, 2. hefte.

antagelig mindst samme produktion, indtil 1890 altsaa udvundet omkring 3,500 tons, hvoraf dog kun en mindre del er bleven eksporteret¹⁾. (Sommeren 1888 eksporteret 370 tons svovlkis, à 44.8 % S & 3.9 % Cu, og 20 tons kobbermalm, à 38.3 % S & 12.3 % Cu).

At Langvand-feltet, med sine talrige forekomster, fører meget betydelige kvantiteter kobberkis og svovlkis, maa efter de hidtil foretagne undersøgelsesarbejder ansees som givet.

Zoisit-amfibolit („saussuritgabbro“) og zoisit-amfibol-skifer, ved kisniveauet. — Allerede *Lassen* gjør i sin afhandling opmærksom paa, at der flersteds ved Langvand — nemlig i en høi kuppe vest for Villumselven, ved „Klubben“ nær Storli, paa diverse punkter ved Furulund og Sandnæs, i et forholdsvis stort felt syd for Fagerli, nær Balmi osv. — optræder en grønsten eller diorit, som efter makroskopisk bestemmelse skulde bestaa af mørkegrøn hornblende og lys feldspath. Denne bergart, som viser sig at være identisk med den ved saa mange af vore øvrige kisforekomster, f.eks. Storvarts og Muggruben ved Røros, Fredrik IV og Oskar grube i Os, Ytterøen, Grimelien, Vignæs, Varaldsøen osv., optrædende „saussuritgabbro“, undersøgte jeg temmelig nøie paa flere lokaliteter, særlig ved Furulund og i „Klubben“, nær Storli²⁾. — Saussuritgabbroen modstaar denudation bedre end de omgivende skifere, den danner følgelig mere eller mindre udprægede knauser eller kupper, som hæver sig markeret over det omliggende terrain (se f.eks. „Klubben“, fig. 21). I de centrale dele bestaar disse kupper af aldeles massiv, temmelig grovkrySTALLINSK bergart, mod siderne derimod antager gabbroen først en flaser-strukker, — blir altsaa at parallellisere med den bekjendte „flaser-gabbro“, — senere blir foliationen mere og mere udpræget, samtidig forandrer ogsaa bergarten skridt for skridt sin petrografiske karakter, og der resulterer først en zoisit-amfibol-skifer og senere en næsten ren hornblendeskifer, som

¹⁾ I 1890 betydelig drift.

²⁾ Felterne ved Virumbækken og Balmi-elven er afsatte efter *Lassens* kart.

igjen ved overgange er forbundet med den i distriktet forherskende glimmerskifer.

Baade ved Furulund og „Klubben“ angiver kart og profil aldeles utvivlsomt, at saussuritgabbroen eller zoisit-amfiboliten optræder som større eller mindre linseformige indleininger i skifferserien; i horizontal-snit snor skikterne sig regelmæssig og jævnt rundt de massive linser, — særlig giver dette sig smukt tilkjende ved den østre linse (ca. 150 m. lang og ca. 50 m. bred) ved Furulund, — og i tversnit (se fig. 17, b og 21) kan de forskjellige slags skifere, i næsten svævende lagstilling, følges langt ind under massiven. Endvidere kan fremhæves, at „flaser-gabbroens“ foliationsretning overalt forløber parallelt med skiferens lagflader.

Den petrografiske overgang gjentager sig paa alle de punkter, hvor jeg undersøgte forholdene, paa samme vis; som eksempel skal vælges det smukt blottede snit (fig. 21) ved den østre kuppe (fig. 17, b) ved Furulund, hvor de forskjellige mellemgangstrin mellem den massive eller næsten massive saussuritgabbro i kjærnen og de typisk lagdelte hornblende- og glimmer-skifere ved siden kun kræver en mægtighed paa omkring 3 m. — I de centrale partier (a, Ss.gb., paa fig. 21) er bergarten temmelig grovkornig, efter makroskopisk bestemmelse bestaaende af fasrig, mørkegrøn hornblende og lys „saussurit“, ρ : hovedsagelig til zoisit omsat plagioklas. Derpaa følger en „flaser-gabbro“, (b og c fig. 21), som stadig blir mere og mere fasrig, jo længere man rykker mod siden, og som tilslut, ved c, er ganske skifrig; samtidig tiltager ogsaa hornblendemængden, og de lyse „saussurit“-partier trænges tilside. Det næste stadium tegnedes paa stedet som „mellemed mellem flaser-gabbro og hn.bl.sk.“, derefter følger (e) en typisk skifrig zoisit-amfibol-skifer, efter makroskopisk bestemmelse med yderst sparsomme hvide zoisit-partier, tilslut vanlig kvartsførende hornblendeskifer med „Garbenskifer“ (f) og endelig normal glimmerskifer (g), som side 74 beskrevet.

Den skiferzone, som anstaar umiddelbart i det hængende for kisleiet ved Furulund og en flerhed af de øvrige lokaliteter, bestaar for den allervæsentligste del af zoisit-amfibol-skifer, som

baade efter makroskopisk og mikroskopisk analyse stemmer overens med mellemgangstrinet mellem flaseriggabbroen og den tilgrænsende hornblendeskifer ved gabbro-kopperne. Særlig kan fremhæves, at zoisit-amfibol-skiferen i det hængende viser distinkt different lagning, og at den ofte veksellagrer med skikt af vanlig „Garbenschiefer“, glimmerskifer, cloritiskifer osv.; jo høiere man stiger op i lagrækken, des større rolle spiller de sidstnævnte skikt, — og lidt efter lidt kommer man paa denne maade over i det normale glimmerskifer-felt.

Saussuritgabbroen og saussurit-flaseriggabbroen ved Langvand karakteriseres i det hele og store ved samme kriterier som den tilsvarende bergart fra tidligere kjendte norske findsteder¹⁾: Plagioklas-bestanddelen er for en meget væsentlig del, dog ikke i sin helhed, bleven omsat til zoisit²⁾, som ofte optræder i ganske store krystaller, og som særlig er anholdt *en masse* i midten af de oprindelige plagioklas-individer; nogen nydannelse af epidot, granat, clorit, kvarts eller kalkspath har i den foreliggende bergart ikke fundet sted, derimod optræder en hel del smaa korn af en formentlig meget sur plagioklas, der ikke synes at være identisk med den oprindelige feldspath, men at være fremkommet ved metamorfosen³⁾. — Nogen augit-rest kan ikke paavises, alligevel tør det vel ansees som utvivlsomt, at bergartens oprindelige bisilikat-mineral var en pyroxen og ikke en amfibol; den nu foreliggende grønne hornblende (straalsten) optræder nemlig i faserige aggregater, angivende, at mineralet ikke er primært, men fremgaaet ved omsætning af pyroxen; endvidere kan anføres, at i den baade petrografisk og geologisk analoge bergart

1) Se særlig en afh. af *A. Cathrein* „Ueber Saussurit“ (*Zeits. f. Kryst. und Min.*, B. 7, 1883), hvor ogsaa er medtaget en beskrivelse af Ytters-bergarten, og *H. Rosenbusch* „*Mikrosk. Phys. d. Gesteine*, 1887, (side 163—164), — desuden *H. Reusch* „*Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergenskiferne*“, 1882 (side 27—41) og „*Bømmeløen og Karmøen*“, 1888; *Paul Michael* „*Ueber die Saussurit-Gabbros des Fichtelgebirges* (*Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal.*, 1888, B. I), samt talrige andre undersøgelser.

2) Se *A. Cathreins* afh., hvor først blev paavist, at „saussuritisationen“ bestaar i feldspathens omdannelse hovedsagelig til zoisit.

3) *Rosenbusch* fremhæver specielt, at saussuritgabbroen fra Ytters og Røros karakteriseres ved nydannelse af albit; den oven angivne tyding af den sure plagioklas maa vel derfor ansees som sikker.

fra en af vore søndenfeldske kisleforekomster, — Valaheien paa Varaldsøen, — er augiten tildels endnu konserveret²⁾.

Hist og her forefindes lidt primær svovlkis og en del sekundært udsondret jernglans, i ganske fine blade, — derimod synes sort erts (magnetit, titanjern) fuldstændig at mangle, sandsynligvis er altsaa ertsens bestanddele blevne forbrugte ved nydannelse af de nu foreliggende mineraler.

Ved bergartens metamorfose er bleven udskilt en hel del rutil, i smaa, lysegule, oftest noget korroderede krystaller, som



hist og her er talrigt samlede i gruppe, undertiden paa hundreder af enkelt-individer (se fig 22, a). Rutilen igjen omgives hyppig af en sekundært dannet titanit-brem: paa det første omvandlingsstadium (fig. 22, b) finder vi et ganske lidet titanit-individ, sjældnere flere separate individer, anvoksede paa den ene ende af rutil-krystallen

eller fuldstændig omsluttende denne; paa et senere stadium (fig. 22, c) optræder den stærkt korroderede og følgelig kun svagt gjennemsigtige rutil blot som en liden rest inde i titanit-krystallen³⁾. — Rutil- eller rutil-titanit-grupperne forefindes fortrinsvis inde i hornblende-aggregaterne eller paa grænsen mellem disse og plagioklas-zoisit-komplexerne, en optræden, som muligens kan forklares derved, at rutilen, med titaniten, skyldes augitens oprindelige iboende titansyre-gehalt³⁾.

1) Se en afh. af mig „Varaldsøens kislefelt“ (Norske ertsforekomster, no VI.)

2) Vedrørende sekundær-dannelse af rutil henvises til tidligere undersøgelser af P. Mann, H. Rosenbusch, A. W. Stelzner m. fl., og vedrørende omvandling af rutil til titanit til flere arbejder af A. Cathrein og H. Rosenbusch (se særlig Mikrosk. Phys. d. Gest. Taf. XV, fig. 3) m. fl.

3) En række analyser, i antal 16 (udførte af F. Mann, Inaug.-Diss. Leipzig, 1884, A. Merian, Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal., 1884, B.-B III, og A. Knop, Zeits. f. Kryst. u. Min. B. 10) af augit, isoleret af forskjellige eruptiver viser i middel omkring 0.75–1.0% TiO₂; kun en analyse med mindre end 0.45% TiO₂ omvendt flere med over 2% TiO₂.

Saussuritgabbroens nuværende struktur angiver, at bergarten er fremgaaet ved omvandling ikke af nogen diabas, men af en gabbro; videre finder vi, at bergarten viser kataklas-struktur, hvilket vel kan sættes i forbindelse med, at gabbroens „saussuritisation“ her som ellers sandsynligvis skyldes en dynamo-metamorfose.

Zoisit-amfibol-skiferne baade fra saussuritgabbro-linernes grænse, fra det hængende for det store kiseniveau og fra de i kisen indleiede skiferpartier, viser nøiagtig samme mineral-kombination som selve den massive saussuritgabbro, — nemlig hornblende, zoisit, enkelte plagioklas-rester, sandsynligvis noget nydannet plagioklas, rutil med titanit, i enkelte skikt en del svovlkis-krystaller, men heller ikke her nogen sort erts.

Titanit-krystaller, med idiomorf kontur mod silikaterne, undertiden indesluttende smaa, korroderede rutil-kjærner, (se fig. 22, c), spiller overalt en stærkt fremtrædende rolle; — rutilen derimod er mere trængt tilbage, α : omsat til titanit.

Zoisiten i den foreliggende skifer optræder oftest i temmelig store, indtil 0.6—1 mm. lange, vandklare, farvelese krystaller, som jævnlig er skarpt krystallografisk begrænsede, i vertikalzonen ved fladerne ∞P^1) og $\infty P\bar{\alpha}$; spaltbarhed efter $\infty P\bar{\alpha}$ og $\infty P\bar{\alpha}$, afsondring efter OP; interferensfarver i mikroskopisk præparat ikke over gul til i høiden gulrød af 1ste orden. — Mineralet viser overalt idiomorf kontur mod hornblenden.

I enkelte skikt inden vor skiferzone indgaar nogle muscovitblade, atter i andre finder vi kvarts og biotit, hvilke to sidste mineraler formidler overgangen til den vanlige i distriktet herskende glimmerskifer.

Epidot synes fuldstændig at mangle baade i zoisit-amfiboliten og i zoisit-amfibol-skiferne, derimod optræder mineralet undertiden i særskilte smaalag, indleiede i det hængende for kisleiet og inde i kisen. Som tidligere omtalt, er ogsaa selve kisen hyppig opblandet med noget epidot.

¹⁾ Prisme vinkelen ∞P under mikroskopet maalt til ca. 115° ; i virkeligheden er den $116^\circ 26'$.

Ranen.

Dunderlandsdalen-Langvand og Bosmo i Mo, — Lervikbugten-Elvsfjorden-Sørfjorden i Hemnæs¹⁾.

Dunderlandsdalen-Langvand-Bosmo.

I Dunderlandsdalen og ved Langvand i Mo (Nordranen) — desuden ogsaa i Grønfjelddalen, Prugeldalen og det første stykke fra Mo henimod Umbugten²⁾ — optræder neiagtig samme bergart-svite som ved Næverhaugen-Fauskeidet i Salten, nemlig: glimmerskifer, jevnlig granatførende („tytberg“) og med kvartslinser, næsten altid smaa kruset, undertiden med disthen³⁾; glinsende skifer, lerglimmerskifer, kalkglimmerskifer, lidt hornblendeskifer, kvartsskifer, gneis osv.; desuden kolossale *kalklag*, undertiden med indleininger af hvid *dolomit-marmor*⁴⁾, og endelig, som yderst karakteristisk formationsled, mægtige lag af *jernglimmer-skifer*.

- 1) Efter at indledningen og den største del af afsnittet „Salten“ allerede var færdig trykt, har jeg haft anledning til at fortsætte mine undersøgelser i Ranen, ved nogle dages ophold sommeren 1890 i Sørranen og ved Langvand.
- 2) Det sidste i henhold til *Keithaus* i „Gæa“ meddelte undersøgelser, *Dahlls* kart over det nordlige Norge og en række af *Corneliussen* indsamlede haandstykker.
- 3) Disthen, i klumper af knytnevæs størrelse, fundet i skifer i Urtfjeld, Dunderlandsdalen, af *O. A. Corneliussen*; samme mineral forlængst paavist i skifer i Saltdalen af *Sommerfeldt* (l. c.); se ogsaa side 75. Om staurolith-skifer senere, side 116.
- 4) Hvid dolomit-marmor af *O. A. Corneliussen* indsamlet fra Valden ved Randal og fra Krokstrand, begge øverst i Dunderlandsdalen, og fra Taperskaret i Plugeldalen, sammen med bituminøs graa kalksten, glinsende skifer osv.; ligeledes hvid dolomit-marmor indsendt til mineralkabinettet fra Rundtudalen ved Bjeldaanæs, Dunderlandsdalen, ved sogneprest *O. T. Olsen*.

Ved hjælp af de to store kalklag, med tilhørende jernglimmer-skifer, i Dunderlandsdalen (og tildels ved Langvand), hvert lag tilhørende sin gren af den antiklinale fold, kan fjeldbygningen i den østre halvdel af feltet nogenlunde let dechiffreres.

Det kalklag, som stryger længst mod NV paa vor kartskitse¹⁾ (fig. 23), har ret op for Dunderland gaard (profil fig. 24, no. 1) en *virkelig mægtighed paa ikke mindre end 2 — to — kilom.,* kanske endog 2—2.5 kilom.²⁾ (strøg NNO til N 30° O, fald fra 60° vest til steilt og lokalt 85° øst, oftest 80° vest), og lignende eller noget mindre mægtighed møder man ogsaa i fortsættelsen længere mod nord eller NNO (indtil „Hatten“, ca. 4-5 kilom. fra Dunderland gaard, og endnu længere op dalen, henimod Stormbækken). Mod syd eller sydvest derimod aftager tykkelsen temmelig hurtig, — ved punkt A paa kartskitzen, lige under Eiteraafjeldet, er mægtigheden allerede sunket ind til ca. 300 m.; længere mod sydvest havde jeg ikke selv anledning til at følge laget, efter opgivende skal det dog fortsætte, langs foden af Urtfjeld, i alle fald til ret op for Urtvandet. — Det andet store kalklag viser, baade med hensyn til længde og bredde, tilsvarende betydelige dimensioner; særlig naar det i omgivelserne af Urtvand, fra Vesteraali til Stilvasaaen³⁾ (elven eller bækken fra Urtvand) omtrent lignende mægtighed som leiet ved Dunderland gaard. Fortsættelsen af Urtvandets kalklag gjenfindes, saavidt det ved mit hurtige besøg kunde afgjøres, længere O eller ONO paa det sted, hvor Eiteraaelven stikker under jorden, og endnu længere ONO, ved Urfjeldmo jernglimmer-skifer.

De to store kalklag forløber nogenlunde parallelt, med indbyrdes afstand vekslende mellem omkring 1-2 og 5 kilom.; spørgsmaalet blir da, om de tilhører to forskellige niveauer

1) Om udarbejdelsen af denne rent provisoriske skitse se side 6.

2) Det kunde let afgjøres, at tykkelsen er betydelig større end ved Tortenli kalk-marmor-lag (fig. 7, bredde regnet horisontalt ca. 1 kilom.); udforbakke brugte jeg 34 minutter, efter middels god fjeldvei, for at overskride det næsten steiltstaaende kalklag ved Dunderland gaard; endskjønt fjeldsiden, særlig nærmere mod dalbunden, hæver sig temmelig svagt, er der en høidedifferance mellem kalklagets østre og vestre grænse paa 310 m.

3) Baade denne og Eiteraen løber under jorden over længere strækning; begge er eroderede i kalksten.

inden skiferfeltet, eller om ikke forholdet skulde være at opfatte paa den maade, at man kun har at gjøre med et enkelt lag, som er foldet og tildels inverteret. — Marken mellem kalklagene er vistnok oftest stærkt myrlændt og skovdækket, saa det er vanskelig at faa paalidelige profiler, og undersøgelsen vanskelig-gjøres tilmed derved, at strøget ikke gaar i ret linje, men i bue; alligevel tør dog af de ganske omfattende observationer drages den slutning, at der foreligger en fold, — og specielt en antyklinal fold.

For det første stemmer de to store kalklag, baade med hensyn til dimensioner og petrografisk karakter, nøie overens, medens de omvendt differerer fra de øvrige lag i distriktet.

Faldet angiver en saddelfold: Det mægtige kalklag, med tilhørende jernglimmerskifer, ved Vesteraali—Urtvand—Stilvasaaen, stryger temmelig nøiagtig øst-vest eller $O 10^{\circ} N - V 10^{\circ} S$ og falder omkring $45 - 65^{\circ}$ syd²⁾ (profil fig. 24, no. 3, 4 og fig. 25, no. 3), den over kalken paa partiet Kvitinge—Ildhullierne hvilende glimmerskifer med endnu fladere fald³⁾. Ved det andet mægtige kalklag er faldretningen derimod oftest til den anden kant; jernglimmer-skiferen fra Dunderland til „Hatten“ (strøg ca. $N 30^{\circ} O$) staar med fald $60^{\circ} - 70^{\circ}$ vest (se profil fig. 24, no. 1 og fig. 25, no. 1), den mægtige kalksten ved Dunderland gaard fald 60° vest til steilt og lokalt 85° øst, oftest ca. 80° vest, den derover hvilende skifer (mest kvartsrig glimmerskifer, med et eller et par min-

1) Kalkstenen er oftest graahvid til næsten eller ganske ren hvid, gjerne stærkt grovkrystallinsk (altsaa marmor); hyppig med straalsten-knipper, kvartslinser, lys glimmer osv.

2) Strøg ved Urtvand—Tørbækmo O og $O 5^{\circ} N$, ved Vesteraali $O 10^{\circ} N$, ved landeveien nord for Kvitinge ONO; fald ved Tørbækmo ca. 75° syd, Urtvandets jernglimmer-skifer ca. 65° syd, det mægtige kalklag baade ved Vesteraali og Urtvand ca. $45 - 60^{\circ}$ syd, den over kalken hvilende glimmerskifer med endnu fladere fald; ned efter Dunderlandselven blir faldet stadig fladere og fladere (profil fig. 24, no. 5), ved Elvbakken—Skaanseng næsten svævende lagstilling.

3) Tilsvarende observationer foretages ogsaa i begyndelsen langs veien fra Kvitinge til henimod Nøvernæs, senere (Nøvernæs—Eiteraas) blir skiktetillingen mere uregelmæssig, med vekslende strøg og fald. Kalken og jernglimmer-skiferen ved Urfeldmo strøg ONO, fald paa enkelte steder steilt, paa andre $75 - 80^{\circ}$ mod NOV (inversion?).

dre kalklag) fald omkring 70° vest (indtil høide 550 m. over dalbunden). Ved Eiteraafjeldet (punkt A paa kartskitsen, fig. 23) stryger kalklaget og jernglimmer-skiferen ONO   O 30° N, fald i middel $80-85^{\circ}$ mod NNV (se profil fig. 25, no. 2). — Ogsaa de spredte observationer i den tildækkede mark mellem Eiteraafjeldet og Urfjeldmo angiver en saddelfold (profil fig. 24, no. 2).

Som et afgjørende moment maa endvidere fremholdes, at baade *over* og *under* de to store kalklag følger i begge drag de samme sediment re bergarter, — *under*, altsaa *tilvenstre* for Urtvand—Urfjeldmo- og *tilhøire* for Dunderland—Eiteraadragnet, først jernglimmer-skifer og senere en karakteristisk kalk-glimmer-skifer, med gulbrun hud, — *over* derimod hovedsagelig kvartsrige glimmerskifere, som kun hist og her veksler med nogle mindre kalk-indleininger.

Ved *Langvand* møder vi de samme skifere og kalkstene som i Dunderlandsdalen, i fladt svævende lagstilling, se profil fig. 26, fra Hammarnæs til Fuglevik og Ormli, paa nordsiden af vandet. L ngst mod vest, ved Hammarnæs, kvartsrige glimmerskifere osv., fald $20-25^{\circ}$  st, derover en over hundrede m. mægtig kalksten (strøg N 15° V, fald i middel $20-25^{\circ}$  st), som hæver sig i steil mur¹⁾, videre østover diverse skifere, med mindre kalklag og kalkglimmerskifere, — ved Fuglevik-Ormli paany et meget mægtigt kalklag, i og ved hvilket er indleiet flere skikt af jernmalm (herom mere senere).

Ved Bjørnaa og Grønli i R dvasdalen, mellem Langvand og Dunderlandsdalen, optræder ogsaa meget mægtige kalkstene, hvori paany er eroderet store grotter, i svævende lagstilling (ved Grønli fald 25° mod NNO, ved Bjørnaa fald $15-20^{\circ}$ mod N 15° V, her ogsaa jernglimmer-skifer), — vi tør altsaa drage den slutning, at kalksten-drageene i Dunderlandsdalen og ved Langvand hører sammen; forevrigt kan detaillerne ved lagbygningen her endnu ikke angives.

H ideforholde, efter barometer-maaling af prof. A. Blytt, 1870: Krogstrand 248, Brevik 308, Bjeldaanes 163, Dunderland gard 95, Vesteraali 126 m.o.h.; egne maalinge: Langvand 45, Fuglevik gard 190 m.o.h.

¹⁾ Langs den liggende grænse af denne kalksten er eroderet en større grotte, „Hammarn sgrotten“, herom mere senere.

Jernglimmer-skiferen (jernmalmen) i Dunderlandsdalen og ved Langvand.

Jernglimmer-skiferen i Dunderlandsdalen viser overalt samme petrografiske karakter: de mest fremtrædende bestanddele er jernglans, som i regelen er ganske tyndbladig (efter OP), altsaa »jernglimmer«, og som veksler i yderst tynde smaalag med kvarts, hvortil hyppig kommer lidt epidot, hornblende, magnesiaglimmer, kalkspath osv.; i enkelte skikt indgaar ogsaa noget magnetit, og mindre linser af kvarts med epidot osv. er forholdsvis hyppige. — Den fuldstændig som bergart-led optrædende jernglimmer-skifer stemmer baade mineralogisk og geologisk nogenlunde nøie overens med Næverhaugens jernmalm; der er dog den forskjel, at den sidste karakteriseres ved nogenlunde tykke striber af næsten ren jernglans og ren kvarts (se fig. 5), medens Dunderlands-feltets malm gennemgaaende er yderst tyndskifrig, nøiagtig som tilfældet er med den bekjendte »jernglimmer-skifer« eller »itabirit« fra Brasilien, Carolina osv. (herom mere senere), — kun er Dunderlands-skiferen altid meget mere finkruset og smaafoldet end alle de udenlandske eksemplarer af jernglimmer-skifer, som jeg har havt anledning til at se.

Om forekomsternes geologi kan forudskikkes, at jernglimmer-skiferen optræder, som sedimentært skikt, i umiddelbar forbindelse med de mægtige kalklag, — fornemmelig umiddelbart under de to store kalklag, sjeldnere som indleininger inde i selve kalken.

At give detailbeskrivelse af hver enkelt af de mange lokaliteter, hvor vor bergart er paavist, har liden interesse; vi skal derfor med større udførlighed kun omhandle en enkelt forekomst, nemlig feltet lige ved *Dunderland* gaard, (se profil fig. 24, no. 1 og fig. 25, no. 1).

Nederst i lagrækken, nærmest gaarden eller elven, anstaar her kvartsrig glimmerskifer og halvkrystallinsk alunskifer osv., derpaa følger et separat kalklag (lys, grovkrystallinsk, med kvartsoine, — 50 à 60 m. mægtig), saa en 60 m. mægtig skiferzone, c, nemlig kalk-glimmerskifer med gul forvittringshud, ofte

med kvartslinser, lidt vanlig glimmerskifer, grafit-skifer osv., i den øvre del i veksel med jernglimmer-skifer, — derpaa selve jernglimmer-skiferen, b, og umiddelbart over denne igjen det kolossalt mægtige kalklag, a. — Selve jernmalm-leiet bestaar af en række differente skikt, med hoist vekslende jernglansmængde (efter skjøn med fra 10—20 op til ca. 60—65 % Fe, herom mere senere); etsteds er ogsaa indleiet et ca. 2 m. mægtigt lag af næsten ren glimmerskifer.

Om *mægtigheden og længdeudstrækningen*: ret op for Dunderlandgaard (profil fig. 24, no. 1 og fig. 25, no. 1) maales mægtigheden af jernglimmer-skiferen, incl. den indleiede glimmerskifer, til ca. 65 m.; — ca. 700 m. længere mod NNO synbar mægtighed ca. 30 m., tildækket 10 m., sandsynlig mægtighed ca. 35 m. (iberegnet et glimmerskifer-lag paa ca. 3 m.); malmen mindst ligesaa rig som ved hovedprofillet; — ca. 350 m. endnu længere mod NNO, mægtighed ca. 15 m.; mindst ligesaa rig malm som ved hovedprofillet; — paany om ca. 350 m., mægtighed ca. 18—20 m.; — derpaa aldeles tildækket et eller et par hundrede m.; saa i flere hundrede m.'s længde smal malm, paa kun 10 m. eller neppe saa meget engang; — hvorpaa leiet paany udvider sig, til mægtighed ca. 25 m., og fortsætter saaledes over længere strækning; — blir paany smalere, paa 10—15 m., og stikker kun nu og da frem i dagen i det stærkt tildækkede terrain; — blir endnu smalere og er for sidste gang kjendt ved „Hatten“, ca. 4—5 kilom. NNO for Dunderland. — Leiet er nogenlunde let at gaa op i marken, da det oftest hæver sig som en liden ryg, mellem den forholdsvis løse kalksten og kalkskifer tilhøre og -venstre. — Nord for „Hatten“ er jernglimmer-skiferen hidtil ikke kjendt, men da terrainet er stærkt tildækket, og da der kun er foretaget rent provisoriske undersøgelser, er det meget muligt, at leiet fortsætter.

SSV for hovedprofillet ved Dunderlandgaard: i ca. 300 m.'s afstand mægtighed ca. 30—35 m., saavidt det kunde sees uden mellemliggende skifer; — paany om ca. 350 m. mægtighed ca. 35 m.; — længere mod SSV deler leiet sig ved indlagret skifer, eller der foreligger flere parallel-leier, som er fulgt i flere

kilom.'s længde i det stærkt tildækkede terrain (jernglimmer-skiferen ved Dunderland gaard er omtrent skridt for skridt, dels af mig og dels af min veiviser, fulgt i mindst 7.5 kilom.'s længde; længere mod syd (eller SV) var terrainet altfor stærkt tildækket).

I profilet over Eiteraafjeldet (fig. 24, no. 2 og fig. 25, no. 2) møder vi paany vor jernglimmer-skifer, med samme petrografiske karakter og beliggende paa samme side af det store kalklag; kun er mægtigheden her ikke mere end omkring 10 m., og jerngehalten er temmelig ubetydelig. Videre optræder her ogsaa et ganske lidet skikt jernglimmer-skifer (paa 3—5 m.) umiddelbart *under* et mindre kalklag i det liggende for det store og lange lag; forekomstens geologi fremgaar altsaa her usædvanlig typisk. — Eiteraafjeldets jernglimmer-skifer sees at stikke op i flere kilometers længde, og da der desuden efter opgivende er paavist baade kalk og jernmalm-leie midtvejs mellem Eiteraafjeldet og Dunderlandsdalen, $\frac{1}{2}$ à 1 times gang op for Almli, tør sikkert paaregnes, at leiet er sammenhængende, — fra „Hatten“ til Eiteraafjeldet i ca. 13 kilom.'s længde. — Videre mod sydvest fortsætter kalken og jernglimmer-skiferen fremdeles i ca. 10—15 kilom.'s længde, langs under Urtfjeldets fod, til omtrent ret op for Urtvand (efter opgivende, hvis paalidelighed jeg har al grund til at tro); den samlede længde blir altsaa med rundt tal omkring 25 kilom.

Umiddelbart under det andet store kalklag møder vi ogsaa, som det jo paa forhaand nødvendigvis maatte ventes, et aldeles analogt leie, som jeg har undersøgt nogenlunde nøie i feltet ret øst for Urtvand (fig. 24, no. 3 og fig. 25, no. 3); den horizontale bredde er her ikke mindre end 100—105 m., faldvinkel 65° mod syd, mægtighed altsaa 90—95 m.; jernglimmer-skiferen oftest meget fattig, jevnlig endog paa overgang til jernglans-førende kvartsskifer; ved Urtfjeldmo (fig. 24, no. 2), hvor malmleiet synes at udmærke sig ved forholdsvis høj gehalt, er mægtigheden i alle fald 15—20 m. Beggesteds kan leierne følges i temmelig betydelig længde (1 kilom. eller derover), og der er al grund til at tro, at de hænger fuldstændig sammen.

Ogsaa inde i det store kalklag møder vi fleresteds indleininger af jernglimmer-skifer, — særlig ved Vesteraali, (nær Urtvand), hvor et forholdsvis jernrigt leie, af mægtighed oftest ca. 10—15 m., op til ca. 25—30 m., i den øvre del af kalklaget (kun et par hundrede m. fra den øvre og adskillige hundrede m. fra den nedre grænse) kan følges i et par (antagelig mindst ca. 3) kilom.'s længde. Desuden forefindes nogle uvæsentlige skikt at jernglimmer-skifer i de mægtige kalklag ovenfor Dunderland gaard samt mellem Kvitinge og Urtvand, efter Stilvasaens løb.

Ved *Fuglevik* og *Ormlí* paa nordsiden af *Langvand* optræder temmelig analoge forekomster af jernglans, i enkelte skikt med rigelig magnetit, dels under og dels inde i den mægtige kalkmarmor; jernglansen er dog her ikke udviklet efter jernglimmerens type, men er kornig; malmen staar saaledes midt mellem Dunderlandsdalens jernglimmer-skifer og Næverhaugens „randige torrsten-malm“. — Oppe i *Fuglevikfjeldet* kan man holde ud fra hinanden i alle fald 4 differente jernmalm-skikt (se profil, fig. 26 og 27), hvoraf de større kan følges i mange hundrede m.'s eller vel endog i omkring 1 kilom.'s længdeudstrækning. Paa leiet i det liggende blev i fordums dage drevet nogle mindre gruber og skjærp¹⁾, forekomsten er derfor her nogenlunde vel afrenset. Mægtigheden ved den vigtigste grube, „Gamlegruben“ eller „Svenskegruben“²⁾ — egentlig kun et dagbrud paa det fladt faldende leie — veksler i ca. 60 m.'s længde mellem ca. 2.7 og 3.7 m.; leiet bestaar dog i denne tykkelse ikke af ren malm, men af tynde malmstriber i intim veksel med malm, som er mere eller mindre opblandet med kvarts, glimmer osv., og med næsten rene skifer- og „blakvarts“-lag; nærmere *Langvandet* gaar mægtigheden i alle fald nu og da op til ca. 5 m., her er

1) Malmen blev forsmeltet ved Mostadmarkens jernverk (nær Trondhjem), og gruberne var i drift indtil begyndelsen af dette aarh. (Se beskrivelse af *H. C. Strøm*, Mag. f. naturv. B. 9, 1828, side 212—214.) — Hovedgruben 280 m. over *Langvand*; temmelig brat styrtning.

2) Ved denne forekomst en række mindre forkastninger.

dog jerngehalten endnu mindre end ved hovedgruben. Over leiet i det liggende følger først et par m. skifer med nogle smaa kalkbænke, derpaa et nyt mindre malmleie, paany skifer, kalk og et tredie leie, — høiere oppe i kalklaget et fjerde leie, bestaaende af overveiende meget magnetjern, lidt jernglans, hornblende, glimmer, kvarts osv.

Ved Ormli er for mange aar siden inddrevet en ort, kun et par m. over Langvandets niveau, paa et meget fattigt leie, optrædende strax *under* det store kalk-marmor-lag.

Ved Bjørnaa, mellem Langvand og Urtvand, fandt jeg, paa veien op til Bjørnaa-grotten, nogle løse blokke af jernglimmer-skifer, som efter opgivende skulde stamme fra et nærliggende malmleie; felterne i Dunderlandsdalen og ved Langvand er altsaa rent topografisk regnet forbundne ved mellemlid.

Sørranen. Lidt vest for gaarden Fuglestrand ved Elvsfjorden optræder, i høide ca. 225—250 m. o. h., et bredt og meget langt jernmalm-leie, som i petrografisk henseende danner mellemlid mellem Fuglevik-malmen og Dunderlands-skiferen. Malmen ved Fuglevik bestaar nemlig af magnetit og tyndbladig jernglimmer, i veksel med kvarts og temmelig betydelige mængder af lyserød granat, epidot, hornblende, glimmer osv.; hyppig sees tomme- til dm.-tykke lag af epidot, granat, kvarts osv., vekslende med tykkere eller tyndere skikt af malm, „blaakvarts“ mm. Som allerede af denne beskrivelse fremgaar, er leiet oftest meget fattigt paa jern. — Paa veien fra Fuglestrand op imod malmleiet møder vi i begyndelsen betydelige kalklag, senere hovedsagelig skifer; paa det hele parti mange granitgange.

De paa næste side følgende prøver er udtagne af en ikke-fagmand, som — efter hvad jeg selv paa stedet har havt anledning til at overbevise mig om — særlig har holdt sig til de bedre eller rigere malm-stuffer; jern-bestemmelserne kan derfor ikke tillægges synderlig betydning. — Ved hovedgruben kan man efter skjøn, som jeg gjorde op paa stedet, af den totale mægtighed

(2.7—3.7 m.) ikke faa udskeidet mere end $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ som malm med 50—55 % jern.

Gjennemsniptsprøver af udplukket nogenlunde god malm fra *Fuglevik-feltet* ¹⁾.

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
Fe ₂ O ₃	74.86	68.30	71.64	69.00	73.28	84.14	Fe ₂ O ₃ 16.77
FeO	2.57	3.08	3.21	4.63	1.80	1.54	Fe ₃ O ₄ 72.08
SiO ₂	15.20	22.80	18.50	19.25	15.70	10.85	5.75
Al ₂ O ₃	0.96	1.07	0.83	1.08	0.94	0.34	0.60
MnO	0.27	0.38	0.26	0.45	0.41	0.23	0.38
CaO	4.20	2.50	3.95	3.65	5.50	2.25	2.45
MgO	0.84	0.83	0.92	0.65	1.17	0.14	0.68
P ₂ O ₅	0.568	0.520	0.446	0.829	0.813	0.197	0.751
S	0.010	0.018	0.018	0.016	0.011	0.010	0.041
Sum	99.48	99.50	99.77	99.56	99.62	99.70	99.50
Fe	54.40	50.20	52.64	51.90	52.70	60.10	63.92
P	0.248	0.227	0.195	0.362	0.355	0.086	0.328

Jernglimmer-skiferens jerngehalt. — Jernglimmer-skiferen i Dunderlandsdalen har hidtil ikke været gjenstand for nogen grubedrift, og forsøgsarbejderne indskrænker sig til lidt minering og gravning ved Vesteraali og Kvitinge ²⁾; vi blir følgelig vedrørende bestemmelsen af den midlere jerngehalt henvist til et foreløbigt judicium for blotte øie ³⁾.

Man lægger strax mærke til, at jernglimmer-skiferens gehalt paa jern (eller jernglans) er stærkt vekslende; over enkelte strøg kan bergarten være meget fattig, og selv inden et og samme

¹⁾ Prøve no. 7 fra det øvre, magnetit-rige leie, no. 6 fra „Gamlegruben“, de øvrige fra skjærp paa samme leie, nærmere Langvandet. — Analyserne udførte af C. G. Särnström, Stockholm (jan. 1890). Overalt 0.00 % Cu.

²⁾ I det store felt ved Dunderland gaard var ved mit besøg kun mineret et eller et par skud og afgraved en røsk paa nogle faa m.

³⁾ Det laa udenfor min opgave at udtage nøiagtige og omfattende gjennemsniptsprøver, — et arbejde, som baade vilde kræve adskillig tid og penge, hvis resultatet skulde blive uomtvisteligt. — Stufprøver og mindre gjennemsniptsprøver (af de bedre malmpartier) er ofte mere vildledende end veiledende; ved den her foreliggende beretning om felternes geologi er jeg derfor henvist til at holde mig til det umiddelbare indtryk, jeg fik paa stedet.

felt eller et og samme tverprofil kan man paavise en række temmelig stærkt vekslende skikt.

Som yderst fattige partier kan anføres feltet strax øst for Urtvand (ovenfor Kvitinge), hvor jernglimmer-skiferens mægtighed nærmer sig til 100 m., og ved Eiteraafjeldet (A paa kartet; profil fig. 24, no. 2), hvor mægtigheden kun er omkring 10 m; den midlere jerngehalt paa disse steder stiger neppe over 15 eller kanske 20 %. Ved Kvitinge er enkelte skikt inden det mægtige leie saa fattige, at de nærmest maa opføres som kvartsskifer, impregneret med noget jernglans; paa den anden side kan dog her ogsaa paavises lag af mægtighed op til 10 m., hvor jerngehalten kan anslaaes til omkring eller kanske lidt under 35 %.

Anderledes stiller forholdene sig ved Dunderland-, Urfjeldmo- og Vesteraali-felterne, som gjennemgaaende udmærker sig ved høiere gehalter. — Her findes i alle fald enkelte partier, som bestaar af nogenlunde ren malm; vedrørende hovedprofillet ovenfor Dunderland gaard (hvor mægtighed 60—65 m.) kan saaledes citeres efter notitsbogen: afrenset en 0.25 m. tyk rand, jernglans og noget magnetit, efter skjøn ikke under 65 % jern, kanske 68—70 %, ved siden malm med omkring 60 %; afrenset lag paa 0.5 m. med antagelig 60 %, osv., — hovedmassen bestaar dog overalt af kvartsblandet malm, med fra omkring 35—40 % til 55 % jern.¹⁾ Ved Dunderlands-feltet og kanske vel saa godt ved Urfjeldmo, som paa mig gjorde indtryk af at være et af de rigeste strøg, kan man faa malm baade med 50 og med 55 % jern; hvor stor malmprocenten blir, kan dog ikke afgjøres uden efter nøiere undersøgelse. Hvis felterne i fremtiden blir bearbejdede, vil man neppe komme til at udtage jernglimmer-skiferen i den hele mægtighed, men kun holde sig til enkelte lokale skikt, som udmerker sig ved særlig høi gehalt.

I det hele og store blir vistnok jernglimmer-skiferen i Ranen at opføre som temmelig fattig, alligevel kan dog ved en

¹⁾ En udtagen mindre gjennemsnitssprøve, paa nogle faa kgr., hvorom paa stedet anmærkedes, at „prøven sandsynligvis er et par eller 5 % daarligere end den malm, som ved forholdsvis siden skeidning kan præsteres,“ viste sig at holde 50.2 % jern (paa stedet ansløg jeg gehalten til 45 %).

skitseret beregning let bevises, at der inden vort felt alt-i-alt optræder jern-deposita i meget betydelige kvantiteter.

I Dunderlandsdalen kan det ene leie anslaaes til længde omkring 25 og det andet til længde 10 à 15 à 20 kilom., — og vedrørende mægtigheden og jerngehalten paa de forskjellige steder: ved Dunderland gaard, hvor jeg selv har opgaaet leiet i 5.5 kilom.'s længde, kan den midlere mægtighed sættes til 20—25 m., og den midlere gehalt (uden skeidning) efter løst skjøn til omkring 30—35 %¹⁾ (hvis alt „graaberg“ blev forudsat borte, vilde mægtigheden af ren malm blive reduceret til 8—12 m.); — ved Eiteraafjeldet mægtighed i flere kilom.'s længde omkring 10 m.; jerngehalt 15 %, (mægtighed af ren malm ca. 2 m.); — ved Urfjeldmo mægtighed 15—20 m., jerngehalt 35 % (mægtighed af ren malm 8—10 m.); — ved Kvitinge mægtighed 90 m., jerngehalt 15 % (mægtighed af ren malm ca. 15—20 m.); — ved Vesteraali mægtighed 15 m. i flere kilom.'s længde, jerngehalt 35 % (mægtighed af ren malm ca. 6 m.).

Malmleiets udgaaende kan altsaa paa de steder, hvor jeg fik tid og anledning til at undersøge forholdene, anskueliggjøres ved følgende skitserede oversigt:

	Fulgt i længde	Midlere mægtighed	Areal	Midlere jerngehalt	Mægtighed af „ren malm“ ^a
{Dunderland	5.5 kilom.	20-25 m.	120,000 m ²	30-35 %	8-12 m.
{Eiteraafjeldet	ca. 3 „	10 „	30 000 „	15 „	2 „
{Urfjeldmo	ca. 2 „	15-20 „	35,000 „	35 „	7-10 „
{Urtvand	ca. 1 „	90 „	90,000 „	15 „	15-20 „
Vesteraali	ca. 3 „	15 „	45,000 „	35 „	6 „
Sum			325,000 m ²	25 %	

Naar ogsaa medtages alle de partier, som ligger mellem de af os opregnede felter, og desuden forekomsterne ved Langvand og mellem Langvand og Vesteraali, tør man vel med sikkerhed

¹⁾ Jerngehalten her og i det følgende ansat efter skjøn, som ikke tør tillægges nævneværdig teknisk betydning.

gjøre det overslag, at jernglimmer-skiferen i Mo alt-i-alt viser et udgaaende paa ikke under

0.5 à 0.6 million m².

Hvis al kvarts og andet „graaberg“ i malmen blev tænkt borte, vilde arealet af den rene malm kunne beregnes til

0.15 à 0.3 million m².

Den oven skitserede beregning gjør selvfølgelig ikke fordring paa nogen større præcision; den angiver dog i de store drag, med hvad slags maal man har at regne.

Til sammenligning kan anføres:

Arealet af jernmalm-leiet ved Mastukrogen, Næverhaugen (partiet B M C D paa fig. 6) efter *Corneliussens* beregning (se herom nøiere side 24) = 6700 m² (midlere jerngehalt med rundt tal, uden skeidning, 30—40 ‰). — Selv om de øvrige dele af feltet medregnes, kan Næverhaug-leiet, med hensyn paa jernmalm-kvantitetet, ikke paa langt nær maale sig med Dunderlandsforekomsterne.

De store nord-svenske jernmalm-forekomster viser, ifølge den officielle svenske beretning „Malmfyndigheter inom Gellivare och Jukkasjärvi socknar inom Norrbottens län“ (af *Gumælius, Hummel, Trysén, Dellvik*, 1877) følgende areal i dagen:

	Svenske kvadrat-fod	m ²	‰ jern
Gellivara-felterne	7,400,000	652,000	} 65—70
Kirunavara-leiet	3,526,000	311,000	
Luossavara-leiet	559,000	50,000	60—70

Kirunavara efter detailmaaling¹⁾ = 316,000 m².

Tversnittet af to af de mest bekendte og samtidig ogsaa allerstørste jernmalm-linser i det centrale Sverrig er:

Alabama-gruben i Persberg-feltet¹⁾ 2500 m²
 Dannemora „Mellan-felt“ 7000 m²

¹⁾ Efter velvillig meddelelse af bergmester *A. Sjögren*.

Norske forekomster:

Seftestad no. 1 & 2, i Nissedal ¹⁾, areal . . . 880 m²
(2 linser; kun malmpartier med ikke under omkring 55—60 %
jern medregnede i dette tal).

Klodeberg grube ved Arendal ²⁾; den linse, som afbygges
545 m².

Dunderlands jernglimmer-skifer fører altsaa saa meget jernmalm, at felterne maa maales med samme maalestok som de bekendte nord-svenske „malmsberge“, — i praktisk henseende er der dog desværre den meget væsentlige forskjel, at de svenske forekomster leverer malm med i middel 65 % eller kanske 65—68 % jern, medens vore nordlandske forekomster er betydelig fattigere.

Jernglimmer-skiferens fosforgehalt. — En af mig udtagen mindre middelprøve af nogenlunde god malm fra feltet lige ved Dunderland gaard gav, efter analyse af amanuensis *Chr. Münster*, 0.142 % P = 0.325 % P₂O₅; den svenske geolog og bergmand Dr. philos *Birger Santesson*, som i midten af 80-aarene bereiste Dunderlands-feltet, har velvillig opgivet mig, at en række medtagne prøver viste omkring 0.15—0.20 % P, og netop samme middelgehalt er ogsaa bleven mig meddelt af en tysk kemiker, som foretog en række undersøgelser af vor jernglimmer-skifer i slutten af 80-aarene. — Fosforgehalten i Dunderlands-malmen falder altsaa omtrent sammen med gehalten i Fuglevik-malmen, som efter 7 analyser beløber sig til 0.09—0.36, middel ca. 0.25 % P, og med gehalten i Næverhaug-malmen, som i middel kan sættes til omkring 0.20 % P.

Bosmo svovlkis-felt (se kartskitzen fig. 23 og kart med længde- og tverprofiler, fig. 28) ligger paa nordsiden af Ranenfjorden, nær bunden af samme; afstanden fra munden af den paabegyndte stoll til havn er kun ca. 840 m.

I omegnen af kislefletet hersker de vanlige glimmer-, lerglimmer- og hornblende-skifere, som karakteriserer „Tromsø glim-

¹⁾ Efter et af oänd. min. C. C. Riiber optaget detailkart.

²⁾ Efter et af mig, sommeren 1884, optaget kart.

merskifer-marmor-gruppe"; strøg ved selve kisforekomsten omkring O—V og fald mod syd, vekslende mellem 35° og 85° , oftest $45-60^{\circ}$. — Bosmo ligger i ca. 8 kilom.'s afstand fra Fuglevik jernmalm felt med tilhørende kalksten; paa mellem-partiet danner strøgetningen en stor bue (se kart, fig. 23), og da desuden faldet er ganske fladt, oftest kun paa $10-25^{\circ}$, kan niveauforskjellen mellem jernmalm-horizonten og vor kisforekomst først bestemmes, naar man faar et ordentlig detailkart over egnen; om stor differance kan der vel neppe være tale.

I geologisk henseende er vort felt at parallellisere med de vanlige søndenfjeldske, i skifer optrædende kisforekomster (med typus Foldal, Ytteroen, Arvedal ved Røros, Valaheien osv.): ertsdraget følger skiferens skikter, og overskjæringer observeres ikke nogetsteds; ofte forefinder man en jevn veksellagning mellem mere eller mindre rene kislag, fattig kis-impregneret skifer og næsten kispri skiferlag; og endelig er den nogenlunde kompakte kis selv paa flere steder tydelig lagdelt, dels ved indleiede skiferpartier og dels ved kis af vekslende kvalitet, særlig fremkaldt ved den variable kvartsgehalt.

Kisfeltets længde beløber sig til noget over 1 kilom.; afstanden mellem Augusta skjærp (A) i vest og Kildehaugen skjærp (stollmundingen) i øst maales til 950 m., desuden fortsætter de kis-impregnerede skifere i alle fald ca. hundrede m. vest for Augusta skjærp og nogle hundrede m. øst for stollmundingen. — Mægtigheden af den skiferzone, som paa lidt forskellige niveauer indeholder dels nogenlunde rene kislag og dels sparsommere kis-impregnationer, kan anslaaes til ca. 20—50 m.

I den vestre del af feltet stryger et kompakt, vistnok temmelig smalt kislag, — med de smaa skjærp Augusta (A), Ure (U) og Hasselbom (H), — i samlet længde af ca. 305 m.; kisen er her afrenset paa saa mange punkter, at man trygt tør drage den slutning, at man her ikke har at gjøre med forskellige isolerede smaalinser, men med et sammenhængende leie, indlagret paa en og samme skifer-horizont. — Videre kan man ved observationer i dagen overbevise sig om, at de to i feltets østre halvdel liggende skjærp eller gruber, Lapkaatehaugen (L) og

Tunland (T), indbyrdes tilhører samme kisleie; i fortsættelsen endnu længere mod øst stikker frem oppe i dagen, efter en ørliden dalsænkning, en hel del stærkt forvitret kis, leiet maa altsaa fremdeles fortsætte. Endnu videre mod øst, efter strøgetningen, møder man den kis-impregnation, som stollen er anlagt paa; om dog denne nøiagtig ligger paa samme ksniveau som Tunland grube, eller om man her har at gjøre med en isoleret side-afleining, vil først kunne afgjøres ved grubearbeide.

Partiet mellem Hasselbom (H) og Lapkaatehaugen (L) skjærp er aldeles dækket ved myr, i ca. 330 m.'s længde; det er derfor umulig at bestemme med fuld sikkerhed, om der foreligger to separate kisleier, eller om kisen i østre og vestre halvdel tilhører et fælles leie. Det sidste er dog det sandsynlige: de to i dagen tilgængelige kisparker (A—H og L—T) ligger næsten nøiagtig i fortsættelsen af hinanden, — en opstaget ret linje fra U til H fortsætter 20—30 m. syd for L, — og skiferstroget forløber temmelig regelmæssig, uden store bøininger. Kisen er ogsaa beggesteds af omtrent samme beskaffenhed, med stor svovlgehalt, medens de smaa side-lag eller -impregnationer altid udmærker sig ved fattig kis.

Om mægtigheden. Som allerede berørt, er hele det vestre kisleie (A—H) meget smalt¹⁾, med mægtighed kun 0.25—0.6 m., saa det i praktisk henseende kan sættes omtrent ud af betragtning. — Ved L (Lapkaatehaugen), som er det vestligste punkt, hvor den østre halvdel af kisleiet stikker op i dagen, møder man temmelig ren kis, i mægtighed paa 0.9—1.2 m.; paany er feltet dækket af skovmark osv. i dagen i ca. 100 m.'s længde, indtil man kommer til Tunland grube, som ubetinget er den vigtigste i det hele felt. Oppe i dagen maalte jeg her en kisleie paa mindst 4 m. (det hængende ikke fuldt afrenset, bestemmelsen altsaa en minimums-angivelse; fald ca. 60°), og paa

¹⁾ Ved A kis med ca. 41 % S i et lag paa 0.25—0.3 m., ved siden enkelte kis-impregnationer, — ved øvre Ure skjærp kis med ca. 35—40 % S i 0.5—0.6 m.'s mægtighed, ved nedre Ure skjærp kis med ca. 42—45 % S i 0.3—0.7 m.'s mægtighed, — ved H fattig impregnation paa siderne, god kis i midten, alt-i-alt mægtighed ca. 0.6 m.

dybet har man ved grubedrift konstateret en mægtighed paa op til 7—8 m. eller muligens derover. Ved driften gik man her først ned med synk efter faldet, men da man i bunden, i ca. 7—8 m.'s dyb, traf paa et kislefattigt parti, blev anlagt en skraasynk mod øst, med feltstupning ca. 45°. Efter denne synk, som har naaet en længde paa ca. 40—45 m., har man overalt havt mægtig kis saavel i selve arbejdsrummene som i sidevæggene, og god kis anstaar fremdeles i bunden. Mægtigheden i skraasynken har ikke nogetsteds gaaet under 4—5 m., og kan vel i middel anslaaes til ca. 6—7 m¹⁾.

Kisen i Bosmo-feltet udmærker sig gennemgaaende ved en stærk grovkrystallinsk beskaffenhed²⁾, idet svovlkis-krytallerne (terninger, undertiden med afstumpning af oktaeder) i almindelighed ikke er mindre end 5—8 mm. hver kant. I de rigere partier støder de enkelte svovlkis-krytaller klods an mod hinanden, kun hist og her sees lidt kvarts, i de fattigere partier derimod er hver enkelt kis-krytall omhyllt af et tyndere eller tykkere skal af kvarts³⁾.

Nogle smaa gnist af kobberkis iagttages meget jævnlig, særlig i den vestre halvdel af leiet (hvor kisen er lidt mægtig); den midlere kobbergehalt er her sandsynligvis mindst ca. 1.5%, medens den i den østre halvdel af leiet, særlig i Tunland grube, ikke gaar over ca. 0.8 à 1.1%. — Paa dybet har man i Tunland grube, aldeles som saa ofte ved de tilsvarende søndenfeldske forekomster, leilighedsvis antruffet nogle spredte kvartsklumper, som har været ledsagede af lidt mere kobberkis, dog ikke saa meget, at man har kunnet skeide ud nogen egentlig kobbermalm.

- 1) Til sammenligning kan anføres, at den vigtigste forekomst inden Foldalsfeltet, som er et af de allerbedydeligste i vort land, nede i gruben i 221 m.'s længde viser en midlere mægtighed paa 4.5 m.; maximum ca. 13 m. og minimum inden den angivne længde ikke nogetsteds under 2—2.5 m.
- 2) Herved er den let at adskille fra kisen ved alle øvrige mig bekendte forekomster i Skandinavien.
- 3) Hvor slige partier støder op i dagen, f. eks. mellem Tunland grube og Kildehaugen stoll, er kisen aldeles bortvitret (sulfidet opoxyderet til sulfat og dette udvasket), de tilbagestaaende tynde kvartshylstere ser ud omtrent som hvæpsæl.

Zinkgehalten er forsvindende liden, gjennemgaaende under 1^o/₁₀₀. — og blyglans findes ikke i paa viselig mængde. — I en gjennemsniitsprøve, udført ved Trondhjems tekniske skole, kunde arsen ikke opdages.

Spor af molybdænglans og magnetkis er leilighedsvis paa-trufne, desuden ogsaa, — som ved flere af de Trondhjemske forekomster, — lidt gediegent kobber, som sekundærdannelse paa sletter.

Det fremgaar af ovenstaaende, at det udelukkende er kisans *svovlgehalt*, som kan blive af praktisk betydning; vi skal derfor lidt nøiere omhandle denne gehalt samt skeidningsforholdene. — Den vestre halvdel af leiet, hvor kisen er smal, behøver vi ikke at opholde os noget ved; det er kun partiet i og ved Tunland grube, som interesserer. Leiet i den tidligere omtalte synk ved Tunland bestaar paa de fleste steder af næsten ganske ren kis, med mindst 45^o/₁₀₀, ofte 47—50^o/₁₀₀ svovl, desuden er indlagret diverse partier af fattigere kis, med kun ca. 35—40^o/₁₀₀ svovl, og undertiden ogsaa lidt skifer. Hvilken procentisk rolle den fattige kis og skiferlagene spiller, fremgaar bedst af følgende statistik fra Tunland synk: den samlede produktion af prima kis (med garanteret gehalt mindst 47^o/₁₀₀ svovl, efter gjennemsniitsanalyser ca. 49^o/₁₀₀) beløber sig efter opgivende af grubens bestyrer, til 2630 tons; samtidig er i gruben, efter en maaling, som jeg selv foretog, bleven udskudt 900—940 m³, sandsynligvis nøiagtig 900 m³. — 1 m³ af den faste masse i kisleiet har altsaa gjennemsnitlig givet 2.8—2.9 ton prima kis. — Ved det hidtil stedfundne synkarbeide har man været nødt til at medtage baade fattige og rige partier, noget, som ikke behøver at blive tilfælde ved en eventuel systematisk grubedrift; ved afstørningsarbeiderne maa man derfor kunne paaregne omkring 3 ton pr. m³ (mathematisk kubus, ikke „akkord-kubikmeter“).

En række mindre gjennemsniitsprøver, udtagne og analyserede af ingeniør *Hasselbom*, gav: 1.35, 1.53 og 1.72^o/₁₀₀ Cu (prøver fra forskjellige punkter i feltets østre halvdel) og 1.68, 2.16, 2.40 og 2.75^o/₁₀₀ Cu (fra den vestre halvdel); svovlgehalt vekslende mellem 39.9 og 47.3, middel 45.6^o/₁₀₀ svovl.

Gjennemsnittsprøver af den solgte prima-kis fra Tunland grube:

	Svovl	Kobber	Zink	Analyseret af
1887	49.18	0.85	0.87	Dr. <i>Drewsen</i> } Trondhj.
1888	50.1	1.1		Ingeniør <i>Krefting</i> } tekn.skole.

Hvilken udstrækning den samtidig mægtige og nogenlunde rene kis kan have, staar endnu tildels som et aabent spørgsmaal; — kun skal vi her gjøre opmærksom paa, at kisen i Tunland grube er fulgt i ca. 50 m.'s horizontallængde; ved Lapkaatehaugen, ca. 100 m. længer mod vest, er kisleiet paany blottet, og igjen anstaar ren kis, som vistnok er temmelig smal (0.9—1.1 m., udvidende sig mod dybet i en ganske liden synk). Mod øst for Tunland grube observeredes det udgaaende af et mægtigt, men temmelig fattigt kvarts-kis-leie; kisen er vitret bort, og kvartsvæggene staar tilbage i skelet.

De lokale betingelser ved Bosmo er usædvanlig gunstige for grubedrift: feltet ligger nær havn, — en projekteret bremsebane fra munden af den paabegyndte stoll (høide over havet ca. 150 m.) til havn vil ikke blive mere end ca. 840 m. lang; der er let adgang til stollanlæg i forskjellige høider, — en allerede paabegyndt stoll, som følger kisleiet, og som i alle fald i den indre del maa komme til at gaa i næsten ren kis, vil ved en længde af ca. 245 m. (hidtil inddrevet ca. 27 m.) bære ind i ca. 90 m.'s vertikalt dyb ved Tunland grube; da synken her er anlagt paa skraa, med dragning mod øst, vil gennemslaget forøvrigt blive noget kortere.

Anlægsudgifterne til en eventuel systematisk grubedrift behøver af disse grunde ikke at blive synderlig store (efter opgave af driftsbestyreren: stollen ca. kr. 15,000¹⁾, bremsebane ca. kr. 8000, kai et par tusind kr., med skeidehus, administration osv. omkring kr. 30,000; hertil kommer det nødvendige forskud til vordende drift).

De løbende *driftsudgifter* har hidtil i Tunland grube pr. ton skeidet prima-kis (leveret ved grubebakken) beløbet sig til: brydning kr. 2.88; fordring kr. 0.70; skeidning kr. 0.32; — sum kr. 3.90.

Kjørsel (med hest paa yderst primitiv vei) fra Tunland grubes dagaabning til havn har hidtil pr. ton kostet kr. 1.50; — de samlede udgifter altsaa kr. 5.40 (foruden administration og generaludgifter).

¹⁾ Den paabegyndte synk og den indre del af stollen forudsættes at levere saa meget kis, at arbeidet her uden videre bærer sig.

I næsten alle disse poster maa der kunne ske meget betydelige reduktioner, maarskelligt er færdig og bremsebanen bygget; sandsynligvis vil man i saa fald kunne levere kisen frit ombord for ikke over kr. 4—5.

Den vigtigste vanskelighed ved selve grubedriften vil formentlig være, at man nu og da paa selve kisfladen støder paa partier, hvor kisen er fattig.

Den stærkt grovkrystallinske struktur, som Bosmo-kisen altid viser, medfører, at kisbiterne ved røstning falder noget mere til grus, end tilfældet er med vor vanlige finkrystallinske kismalm; denne ulempe skal dog have vist sig ikke at være af synderlig væsentlig betydning ved den relativt solide kis fra bunden af gruben.

Kisens kobbergehalt kan, som allerede omtalt, sættes ud af betragtning, — følgelig betinger varen en temmelig lav pris (I 1887—88 solgt til pris pr. ton 10 sh. f.o.b. Ranen og 18 sh. sif. England.)

Sørranen.

(Lervikbugten, Elvsfjorden, Sørfjorden.)

Ogsaa i Sørranen optræder en række skifere og kalkstene, som vistnok gjenemgaaende blir at parallellisere med skikt-rækkerne i Dunderlandsdalen og ved Fauske, om end bergarterne i enkelte distrikter, særlig ved Lervikbugten og Sørfjorden, synes at være iklædt noget stærkere udviklet krystallinsk dragt end ellers. — Ved Elvsfjorden foreligger „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“ i dens normale habitus, med glimmerskifer, hornblendeskifer og rigelig glinsende skifer, lerglimmerskifer, undertiden ogsaa staurolith-skifer, derhos meget mægtige lag af graa, bituminøs kalksten og hvid dolomit-marmor samt endelig ogsaa den karakteristiske jernglimmerskifer. Baade i den østre og vestre fjord — Sørfjorden og Lervikbugten — er derimod de rent krystallinske skifere, nemlig gneis, glimmerskifer osv., meget stærkt repræsenterede, og istedenfor bituminøs kalksten finder vi diverse slags kalkspath-marmor, som kun hist og her indeholder lidt grafit, eller spor af organisk substans.

De forskjellige varieteter baade af kalkspath- og dolomit-marmor i hele Sørranen udmærker sig særlig derved, at de i regelen er temmelig rigelig opblandede med lys hornblende, dels som farveløs, hvid eller svagt blaalig grammatit eller tremolit,

der gjerne optræder i ganske store krystaller i den hvide dolomit-marmor, og dels som farveløs eller svagt grønlig aktinolith, som særlig hører hjemme i den egentlige marmor. — Endvidere kan fremhæves som et ganske paafaldende faktum, at vi i Sørranen hyppig møder *blaa*-farvet kalkspath- og dolomit-marmor (i Fauske-distriktet derimod undertiden *rød* kalkspath-marmor, se side 49).

Paa Hemnæs-halvøen angives paa *Dahl's* geologiske kart over det nordlige Norge et mindre granitfelt, og enkelte partier af vort distrikt, særlig den indre del af Elvsfjorden, er gjen-nemsværmet af talrige granitgange. Muligens kan bergarternes stærkt krystallinske udvikling sættes i forbindelse med en metamorfose langs graniten.

Ved det temmelig kortvarige studium¹⁾, jeg kunde afse til Sørranen, lykkedes det mig ikke at faa noget sikkert indblik i skikbygningens detailler; vi skal derfor indskrænke os til at følge enkelte orienterende led, nemlig de store marmor- og dolomit-drag.

Ved *Røsaa* og *Røsaa-øren*²⁾ møder vi, paa vestre side af dalbunden, et meget mægtigt kalk-marmor-leie, som stikker ud i Sørfjorden i nærheden af gaarden Røsaa-øren (Mula). Nederst i lagrækken anstaar (se fig. 31, no. 1 og 2, samt fig. 30, no. 3 og 4) diverse glimmerskifere og glinsende skifere, derover nogenlunde mægtig, lys eller lyseblaa, tyndskifrig kvartsskifer, hvorefter følger kalksten eller marmor med overliggende kvartsskifer, — derpaa selve marmor-hovedleiet, hvori hist og her er indlagret nogle mindre skikt dels af glimmerskifer og dels af kvartsskifer, — og tilslut over marmoren paany kvartsskifer. Ved gaarden Røsaa-øren (profil fig. 31, no. 1) maalttes bredden af det store marmor-leie, regnet horisontalt, til 550 m.; faldets størrelse = 30°, 25°, 25—30°, 30—35°, 35°, 35°, middel 30° eller lidt derunder, mod vest (V 15° N), synbar mægtighed altsaa ca.

¹⁾ Nogle-faa dages ophold, tildels under regnveir.

²⁾ „Røsaa“ er gaardsnavn, desuden ogsaa navn paa elven fra Røsvand.

270 m; medtages det parti i det liggende, som ikke er afdækket i profil no. 1, samt kalk-marmor-laget lidt øst for hovedleiet, kan karbonat-skiktets samlede mægtighed — fraregnet de indleiede skiferpartier — sættes til ikke under omkring 350 m.; kanske snarere ca. 400 m.

Marmoren, — overalt kalkspath-marmor med temmelig liden magnesiagehalt, — fører i enkelte skikt en hel del svagt lysegren straalst n, i store knipper; hist og her optræder ogsaa mindre mellemlag, bestaaende af kalkspath med brun glimmer og kvarts, noget rutil osv. (som ved Leifsæt, se side 38); atter igjen kan man møde partier, som ikke fører nogetsomhelst fremmed mineral, naar undtages lidt mikroskopisk fin kvarts, straalsten osv. Ogsaa farven er hyppig vekslende, fra ren snehvid til lyseblaa, sjeldnere lysegraa, og enkelte partier er midtels grovkornige (kornstørrelse ca. 5 mm.), andre mere fin-kornige (paa ca. 1 mm.), — der foreligger altsaa inden vort felt en rig svite af marmor-varieteteter¹⁾.

Mod syd fortsætter Røsa-ørens marmor-lag i flere kilom.'s længde med betydelig mægtighed, stadig fjernende sig mere og mere fra Korgen-dalens bund. — Tiden tillod mig ikke at følge leiet skridt for skridt, derimod gik jeg op profil (fig. 30, no. 5) i høide med Korgen kirke, en mils vei søndenfor Røsa-øren. Ved sætrene Granhatten og Haakalimoen, ca. 4—5 kilom. vest for kirken, optræder et marmor-leie, — enkelte skikt hvide, andre blaa, nogle karakteriserede ved rigelig straalsten, — af noiagtig samme habitus som ved Røsa-øren, kun er mægtigheden ikke mere end omkring 10 m.; strøgetningen baade af

¹⁾ Af hensyn til den praktisk-økonomiske interesse, som feltet afgiver, skal vi i korthed opregne de vigtigste underafdelinger inden marmor-leiet i profil ved Røsa-øren (fig. 31, no. 1): øverst, umiddelbart under kvartsskiferen i det hængende, snehvid eller næsten snehvid, middelskørnig marmor, hist og her med blaa „skyer“, i meget tykke bænke; horizontal bredde 50—60 m.; — derunder skifer af flere m.'s mægtighed, saa finkørnig lyseblaa marmor, horizontal bredde ca. 45 m.; — mere grovkørnig marmor, snart hvid og snart blaagraa, undertiden med straalsten eller med glimmerrige mellemlag osv.; bredde ca. 100 m.; — diverse slags marmor, hovedsagelig blaa, ofte noget uren, med enkelte mellemlag af kvartsskifer; bredde ca. 260 m.; — hvid marmor med meget straalsten, bredde ca. 90 m.

marmor-leierne og af skiferen paa mellemliggende partier angiver, at marmoren ved Granhatten og Røsa-øren tilhører enten samme lag eller i alle fald omtrent samme niveau inden lagrækken.

Lidt øst for Fineide, paa nordsiden af Sørfjorden, stikker Røsa-ørens marmor-lag paany op og kan fremdeles følges, med betydelig mægtighed, i flere kilom.'s længde, op i lien paa østsiden af Fineidfjorden.

Umiddelbart *under* det netop omhandlede lange og store marmor-leie følger, paa partiet Fineide til Bredvik, paa østsiden af Sørfjorden, hovedsagelig diverse glimmer- og hornblendeskifere, hyppig stærkt krusede, undertiden med indleininger af graa kalksten og hvid, uren kalkspath-marmor, — og aldeles tilsvarende serie møder vi ogsaa *over* marmor-leiet, paa partiet vest for Fineide. (Ved Svalengen ogsaa magnetkis-kobberkis-leie, hvorum senere.)

Den indre del af *Elvsfjorden*, søndenfor Fuglevikstrand og Seljeli, samt dalen og skaret over mod Luktvand karakteriseres hovedsagelig ved en række meget mægtige graa kalkstene, som ofte er stinkende og nogenlunde rige paa organisk substans, og som jævnlig er stærkt forurensede med kvarts, hornblende osv.; kun hist og her optræder grovkornig lys kalkspath-marmor, undertiden grafitførende. — Inde i den graa kalksten paa østsiden af fjorden er — paa samme vis som saa hyppig i Fauske-distriktet (Salten) — paa enkelte steder, navnlig lidt syd for gaarden *Seljeli*, indleiet middels mægtige lag af snehvid, forholdsvis fin-kornig *dolomit-marmor*, som ved Seljeli kan følges lige fra fjorden opover den steile fjeldskraaning og indover fjeldmarken, i en eller flere kilom.'s længde (de øvre brud ligger i hoide ca. 220 m. o. h.). Denne dolomit, som ifølge en af stud. min. *A. Holmsen* udført analyse¹⁾ bestaar af

$\text{CaCO}_3 = 54.16 \%$	$\text{CaCO}_3 : (\text{Mg}, \text{Fe}) \text{CO}_3 = 1.004 : 1$
$\text{MgCO}_3 = 45.09 \%$	$= 1 : 0.996.$
$\text{FeCO}_3 = 0.32 \%$	
Uopl. = 0.46 %	
<hr/>	
Sum = 100.03 %	

¹⁾ Middelt af to parallelbestemmelser.

udmærker sig særlig derved, at den næsten overalt er aldeles spækket med hvid eller svagt blaalig til grønlig *grammatit*¹⁾, i cm.- til tomme-lange krystaller ($\infty P. \infty P \infty. \infty P \infty$); forevrigt stemmer den nøiagtig overens med dolomit-marmoren i Fauske-distriktet, specielt kan fremhæves, at den er mere finkornig end den omgivende kalksten; Seljeli-lagets mægtighed nede ved fjorden kan anslaaes til omkring 30 m.; høiere oppe i fjeldet betydelig mere.

Et stykke øst for Seljeli gaard møder vi, lidt under dolomiten, en mørk brungraa, finschuppig glimmerskifer med talrige indvoksede krystaller af *staurolith*²⁾ og *granat*, og nogenlunde lignende staurolith-skifer forefindes i nedrasede blokke langs stranden ved dolomit-marmor-bruddet lige ved Elvsfjorden³⁾, — forevrigt observeredes mellem og inde i de forskjellige kalkstene ved Elvsfjorden kun de vanlige glimmer- og hornblendeskifere.

Lidt vest for kalksten-draget ved Fuglestrand optræder et mægtigt lag jernglimmer-skifer, se herom side 101.

Ved bunden af Elvsfjorden synes skikterne at danne en stærkt sammenpresset antiklinal fold, med østligt fald paa østsiden og vestligt fald paa vestsiden af fjorden. — Strøget danner en bue: i bunden af fjorden er det N 15—20° O og NNO, paa østsiden af fjorden, henimod Seljeli og Myrvik, blir det mere

1) Allerede *L. v. Buch* omtaler i sin berømte reisebeskrivelse (1810) at have fundet storkrystallinsk *grammatit* eller *tremolit* i karbonat-leier, navnlig i hvid dolomitkalk — vor dolomit-marmor — paa adskillige lokaliteter i det nordl. Norge, specielt i Tromsø amt (eks. Kasnæs i Ibbestad; Kløven og Lenvig paa Senjen; Benjord, Dramfjeld og flere andre steder nær Tromsø). Forekomsterne sammenlignes med den bekjendte optræden i dolomit ved Airola og Compo Longo, St. Gotthardt.

2) *Staurolith*-krystallerne er oftest henimod eller omkring 1 cm. lange; tvillinger efter tvillingflade $\frac{3}{2} P \frac{3}{2}$ meget almindelige, med flade $\frac{3}{2} P \infty$ sjældnere. — Bergarten, et typisk „tytberg“ eller „kværnberg“, anvendes, om end ikke i større maalestok, til kværnstene.

3) *Staurolith*-førende glimmerskifer har jeg ikke selv antruffet paa andre steder i Nordland; *O. A. Corneliussen* derimod omtaler (1874—75) *staurolith*-glimmerskifer fra diverse lokaliteter (nær Helleøvik, foden er Syv søstre, Alstø; mellem Nordnæs og og Rusaanæs, Saltdalen; paa østsiden af Rækvand i Sagvaddalen, Hammers), og samme bergart forlængst paavist af *L. v. Buch* ved Alteidet i Alten.

og mere østligt, først NO, ved Seljeli ca. O 40° N, ved kværnstenbruddene O 30° N og ved de øvre dolomit-marmor-brud endog O 20° N; fald her 65—70° syd.

Ved Elvsfjorden er skikterne gjennemsværmede af en hel del grovkornige granitgange.

Lige ved gaarden *Vedaag*, omkring 1.5 kilom. sydvest for bunden af *Lervikbugten*, optræder et marmor-leie (strøg N 35° V, fald 65—70° vest; mægtighed ca. 45 m. og længde i alle fald en, kanske et par kilom.), som i det hele og store udmærker sig ved en ganske usædvanlig grovkornig struktur; i de fleste skikt naar nemlig de med tvillingstriber vakkert udstyrede kalkspath-individer en størrelse paa omkring 1 cm., ofte endog paa 1.5—2 cm. Enkelte lag er farveløse til hvide, andre viser en yderst svag grønlig tone, atter andre er ren *himmelblaa*, uden spor af uren nuance; særlig den sidste varietet er storlagen vakker, da farven i fodtykke blokke fra enkelte skikt næsten er saa intensiv som himmelens blaa. — Inde i marmorleiet finder vi hist og her nogle tynde skiferlag, selve marmoren er dog fri for makroskopisk synbare fremmede mineraler, om den end vistnok fører lidt mikroskopisk fin kvarts og straalsten.

Vedaag-marmoren omgives af rene krystallinske skifere, — særlig glimmerskifer og gneis, — som minder om grundfjeldets bergarter.

Et par kilom. vest for Vedaag, temmelig høit tilfjelds, optræder nok et marmor-leie¹⁾, med aldeles tæt, elfenben-lignende marmor, som snart er aldeles hvid og snart vakker himmelblaa farvet.

Svalengens magnetkis-kobberkis-forekomst er beliggende paa vestsiden af Fineidfjorden, oppe i en temmelig brat styrtning, i høide ca. 120 m. o. h. og horizontal afstand fra fjorden ca. 0.2—0.25 kilom. — Malmleiet, som bestaar af overveiende meget magnetkis med noget kobberkis, en del kvarts, lidt magnesia-

¹⁾ Tiden tillod mig ikke at besøge dette.

glimmer osv., er afrenset i ca. 65 skridts længde; ved begge ender tildækket eller utilgjængelig mark; mægtigheden ude i dagen veksler mellem ca. 0.25—0.3 m. og 2 m., middel noget over 1 m. I det hængende og liggende diverse krystallinske skifere, hovedsagelig tyndskifrig glimmerrig gneis med feldspathoide, undertiden med falbaand af magnetkis og kobberkis.

Kobberkis-mængden veksler meget stærkt: i enkelte sparsomme og temmelig tynde striber kan selve kobbergehalten gaa op til efter skjøn ca. 12 %, — prøver med noget over 5 % sees hist og her, men er dog sjeldne, — hovedmassen fører ubetinget adskillig under 5 %, fra 0.5 til 4 %. Den midlere gehalt i det hele leie, naar en fjerdepart af det udbrudte tænkes bortskeidet, vil efter øiemaal antagelig være et par eller vel nærmere noget over et par procent, dog neppe 3.5—4 % kobber, (og ca. 25 % svovl). — Paa stedet er foretaget et ubetydeligt forsøgsarbeide¹⁾.

Fordele: let brydning og kort transport; enkel røstning; da malmen er opblandet med en del kvarts osv., kan den smeltes uden tilslag; — ulempe: den ringe kobbergehalt.

Afsnittene

Oversigt over fjeldbygningen i søndre del af Nordlands amt, Glaciale forhold, med terrasser og strandlinjer, Orografisk oversigt, samt Huler og underjordiske elveløb

udsættes²⁾ til et paafølgende arbeide (Praktisk-geologiske undersøgelser af Nordlands amt, II, „Vefsen og Hatfjelddalen“).

¹⁾ En liden ort eller stoll er drevet ind i det hængende for det foldede kisleie

²⁾ Sommeren 1890 havde jeg, ved en maanedes reise i Vefsen, Hatfjelddalen og Sørranen, anledning til at fortsætte de i 1889 paabegyndte undersøgelser af Nordlands amt; alle generelle oversigter udsættes til et afsluttende arbeide.

De nordlandske jernglimmer-skiferes og jernmalm-leiers geologi.

De ved Næverhaugen (Salten) og i distriktet Dunderlandsdalen—Langvand (Ranen) optrædende jernmalm-forekomster er hinanden næsten i enhver henseende komplet analoge: begge felter karakteriseres derved, at malmen optræder hovedsagelig *umiddelbart under*, tildels ogsaa som indleining *inde i* mægtig kalksten, der beggesteds tilhører samme skiferrække¹⁾, — „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“, — kanske endog samme underafdeling inden skifergruppen²⁾. Endvidere stemmer selve malmen i de to felter temmelig nøie overens; beggesteds møder vi overveiede meget *jernglans* ved siden af ganske lidet magnetit, og af de fremmede mineraler spiller *kvarts* ubetinget den vigtigste rolle, desuden forefindes beggesteds noget hornblende, granat, epidot, glimmer, kalkspath osv.; baade jern- og fosfor- eller apatitgehalterne er i begge felter i det grove drag lige høie, og malmen fører overalt forsvindende lidet svovl og titan og temmelig lidet mangan. — Lige over for disse mange og vægtige analogier er det af underordnet betydning, at saavel malmleierne som kalklaget i Ranen-feltet i det hele og store udmærker sig ved større dimensioner baade i længde og mægtighed end ved Næverhaugen, og at selve jernglans-bergarten paa de forskellige lokaliteter kan være udviklet med noget varierende ydre habitus, fra „jernglimmer-skifer“ til „randig malm“³⁾.

Baade i Salten (Næverhaugen) og Ranen (Dunderlandsdal—Langvand i Nordranen, Fuglestrand i Sørranen) optræder jern-

¹⁾ Se herom side 93—94.

²⁾ Ved Skjærstadsfjorden kan vi inden „Tromsø glimmerskifer-marmor-gruppe“ holde ud fra hinanden to store kalksten-horizonte, den ene karakteriseret ved jernmalm-leier og den anden ved indleininge af hvid dolomit-marmor og rød rutilførende kalkspath-marmor. I Dunderlandsdalen og ved Langvand savnes dolomit-marmor i den eller de mægtige kalkstene, hvor jernmalmen hører hjemme, — dolomiten optræder derimod i andre kalkstene, f. eks. ved Bjeldanæs, Krogstrand og Randal, beliggende nordøst for Dunderlandgaard.

³⁾ Mellem disse to extremer kan vi paavise en række mellemed: malmen ved Fuglestrand (Sørranen) kan betegnes som „jernglimmer-skifer med forholdsvis meget magnetit, epidot, granat osv.“, og Fuglevik-malmen igjen danner overgangen mellem typerne Fuglestrand og Næverhaugen.

malmen eller jernglimmer-skiferen som bergart-dannende formationsled, tilhørende en bestemt skiferafdeling; det synes heraf at maatte følge, at den foreliggende skifergruppe, der som bekjendt dækker meget store strækninger ikke alene i Nordlands, men ogsaa i Tromsø amt, i sin almindelighed maa karakteriseres ved at føre jernmalm, og det maa derfor paa forhaand ventes, at der inden diverse distrikter i Nordland og Tromsø amter maa forefindes jernmalm-forekomster nogenlunde analoge de tidligere i dette arbeide beskrevne. — Dette synes ogsaa i virkeligheden at være tilfælde: Fra *Beiern*, hvor kalkstenen optræder i saa rigelig mængde, at *Keilhau* endog afsætter den med særskilt farve paa sit i „Gæa“ publicerede kart over det nordlige Norge, omtaler saaledes *T. Lassen* i sin dagbog (1876) jernmalm fra to forskjellige lokaliteter, nemlig ved Øinæs paa østsiden af Beiernfjorden og ved Arstad nær bunden af fjorden, beggesteds sammen med kalksten¹⁾. — Desuden er hidtil, efter velvillig meddelelse af bergmester *Mortensen*, Bodø, i Nordland kjendt nogle jernglans- og magnetit-forekomster ved Rulvaag og Saraavaag paa *Dønnesøen*, samt magnetit ved Følstad og Odvær i Østnæsfjorden, *Vaagen*; om forøvrigt disse kan parallelliseres med de øvrige, er ikke afgjort²⁾.

At jernmalm-forekomsterne i Salten og Ranen, — saaledes som tidligere er bleven fremholdt af *Gumelius* for Næverhaugfeltets yedkommende, — maa være af sedimentær oprindelse, fremgaar uden videre af detail-beskrivelserne. Vi behøver her kun i største korthed at rekapitulere,

at jernmalmen overalt følger skikterne, og at forekomsterne undertiden forløber kontinuerlig i 5, ja endog i 10, 15 og 20

¹⁾ Ved Øinæs kalksten og glimmerskifer, strøg ONO—VSV og fald 30° NNV; imellem glimmerskiferlagene viste sig mørke lag med en del magnetjern indsprængt hist og her; paa enkelte steder endog i temmelig stor mængde, saa at en del skjærpninger var anmeldte her. — Jernskjærp NV for Arstad gaard; ved denne anstaar kalksten med strøg NV—SO og fald 60° SV. — Forekomsterne at dømme efter *Lassens* beskrivelse ubetydelige.

²⁾ Saavidt vides forefindes ogsaa jernglimmer-skifer i Ofoten.

kilom.s længde paa nøiagtig samme plads i skiktrækken, nemlig umiddelbart under den mægtige kalksten,

at jernmalmen hyppig veksellagrer med de omgivende skifere og kalkstene,

at malmen selv er typisk lagdelt,

og at den baade i smaat og stort deltager i de foldninger og krusninger, som hele skikt-komplekset har været underkastet.

Saa vel den nordlandske jernglimmer-skifere som de i archæiske skifere hjemmehørende jernmalm-forekomster i Norge og Sverrige, med typus Arendal—Dannemora—Norberg, karakteriseres i det hele og store ved samme mineral-kombination, nemlig: kvarts, granat, epidot, hornblende, magnesjaglimmer, feldspath, kalkspath osv.; hertil kommer endvidere for flere af de ældre forekomsters vedkommende pyroxen og undertiden skapolith, vesuvian m. m. — Der er følgelig en meget fremtrædende analogi mellem de efter al sandsynlighed cambriske¹⁾ forekomster i Nordland og vore øvrige sedimentære jernmalm-forekomster, der regnes at tilhøre de archæiske skifere, hovedsagelig den øvre del af disse. — Paa den anden side maa dog ogsaa fremhæves som difference, at jernglimmer-skiferen og jernmalmen i Nordland mere optræder som normale bergart-led, i lighed med de øvrige skifere, som bygger formationerne, medens de archæiske jernmalm-forekomster gennemgaaende betegnes ved en mere eller mindre udpræget linseform; denne forskjel staar sandsynligvis i forbindelse med, at de nordlandske forekomster tilhører en yngre tidsperiode end de øvrige.

Af de mange forskjellige malmtyper, som man har opstillet for Mellem-Sverriges vedkommende, er der navnlig en, nemlig den „randige torrsten“ (fra f. eks. Striberg, Pershyttan, Norberg, tildels ogsaa Utö osv.), som viser en ganske paafaldende lighed med de nordlandske malme. Begge karakteriseres ved over-

¹⁾ „Tromsø gl.sk.-marmor-gruppe“, med sine konglomerater, bituminøse kalkstene, lerskifere osv., kan ikke være af azoisk oprindelse; i henhold til leiningsforholdene og fossilfund i de midtre og nordre dele af Norge og Sverrige drager vi den slutning, at den efter al sandsynlighed maa tilhøre den cambriske eller siluriske tid, nærmest den cambriske.

veiende meget jernglans i forhold til magnetit, ved rigelig kvarts og ganske lidet eller næsten intet karbonat eller basisk silikat; desuden ved middels høj fosforgehalt, lidet mangan og næsten ikke noget svovl; jerngehalten er ogsaa i det hele og store forholdsvis lav. Endvidere kan ogsaa paapeges, at de svenske „torrsten“-forekomster i det hele og store udmærker sig ved mere regelmæssige skikt eller mindre udpræget linseform end de øvrige slags malme¹⁾.

Jernglimmer-skiferen i Dunderlandsdalen er, som allerede tildels berørt, i petrografisk henseende fuldstændig at parallellisere med den fleresteds, — særlig i Brasilien, Syd-Carolina, paa den afrikanske guldskov og i diverse andre lande, navnlig udenfor Europa, — optrædende „Eisenglimmerschiefer“ eller med det brasilianske navn „itabirit“; kun synes udbredelsen i de ovenfor opregnede lande at være ganske anderledes storartet end hos os. I Europa indtager, saavidt det fremgaar af den mig tilgængelige litteratur, jernglimmer-skiferen ikke nogetsteds ellers saa fremskudt stilling som i Nordland²⁾.

De talrige i Norge og Sverrige optrædende jernmalm-forekomster kan, saavidt min erfaring rækker, deles i tre store bovedgrupper³⁾, nemlig:

¹⁾ Se herom Dr. *B. Santesson's* „Beskrifning til karta öfver berggrunden inom de malmförande trakterne i norra delen af Örebro län“, I og II (særlig II, side 3—10). — *A. E. Törnebohm*, Geol. fören. förh. B. 2, 1875, side 331.

²⁾ *B. v. Cotta* (Die Lehre von den Erzlagertstätten, 1859—61) fremholder endog, om end med urette, at „itabirit“ paa hans tid ikke engang skulde være paavist i Europa.

³⁾ Hertil blir muligens i tidernes løb, eftersom den geologiske forskning skrider fremad, at føie endnu en eller flere grupper. Særlig maa fremhæves, at Gollivara-forekomsternes plads i „systemet“ endnu ikke er endelig fastslaaet.

I. Forekomster dannede ved pneumatolytiske processer, særlig langs grænserne af Kristiania-territoriets granit- og augitsyenit-felt¹⁾.

II. „Udsondringer“ og gangformige dannelser af titanjern og titanrig jernmalm i middels og stærkt basiske eruptiver, — i Norge med typus „Titanjern-forekomsterne i norit-feltet ved Ekersund—Soggedal“²⁾ og i Sverrig med typus Taberg i Småland³⁾.

III. Leieformige magnetit- og jernglans-forekomster, i archæiske og cambriske skifere, med typus Dannemora-Persberg-Norberg-Grängesberg i Sverrig og Arendal-Kragerø⁴⁾-Ulefos-Næverhaugen i Norge.

I de senere decennier har den særlig af svenske forskere — *A. Erdmann*, *A. Sjögren*, *A. E. Törnebohm*, *O. Gumælius*, *G. Nordenström*, *B. Santesson* med flere — paa omfattende un-

¹⁾ Se ældre beskrivelser af *Th. Kjerulf* samt en afh. af mig „Jernertser m. m. ved yngre granit og syenit“ (Norske ertsforekomster, no. I; Archiv for mathem. og naturv. B. 9). — Ogsaa de Thelemark'ske kobberglans-gange (dannede ved pneumatolytiske processer, efter granit-eruption) fører ofte lidt jernglans; cfr. ogsaa forekomsten af titanjern (og jernglans?) i apatitgange ved olivingabbro.

²⁾ Norske ertsforekomster, no. V. Archiv, B. 12.

³⁾ Se beskrivelser af *A. Sjögren* og *A. E. Törnebohm* i Geol. fören. förh. B. 3 og 5.

⁴⁾ Som bekendt har *Th. Kjerulf* og *T. Dahll* (se Nyt mag. f. naturv. B. 11, 1861) fremsat den opfatning, at „jernertserne ved Arendal, Næs og Kragerø“ skulde være af eruptiv oprindelse, nemlig bundae resp. til „granat-kokkolith-fels“, granit og „karbonat-gange“; efter omfattende undersøgelser, som jeg dog endnu ikke har faaet tid til at publicere, kan jeg dog ikke tiltræde de nævnte forskeres fremstilling af forekomsternes natur og end mindre deres theoretiske konklusioner; tværtom maa jeg drage den slutning, at jernmalmen i det foreliggende distrikt og endvidere ved Ulefos (ved Norsjø), Søftestad (Nissedal), og i Tafjord og Ørskoug (Søndmøre) er lagdannelser. — Mellem forekomsterne ved Arendal (typus Klodeberg—Langsev), Næs (Solberg—Lyngrot) og Kragerø kan man paavise en række overgangaed (eks. Braastad mellem Klodeberg—Langsev og Solberg—Lyngrot; ogsaa paa Langøen og Gomsen forefindes „granat-kokkolith-fels“). — At alle de sidstnævnte forekomster næsten i enhver henseende kan parallelliseres med Mellem-Sverriges malmfelt, har jeg haft anledning til selv at overbevise mig om ved sammenlignende undersøgelser ved en række svenske gruber (Persberg, Långban, Nordmarken, Taberg, Grängesberg, Gräsberg, Nyberg, Norberg, Dannemora med flere).

dersøgelser byggede slutning, at de hidhørende forekomster kun kan forklares ved sedimentær oprindelse, baade i ind- og udlandet¹⁾ vundet stadig sikrere og sikrere fodfæste²⁾; hidtil har man dog hos os hovedsagelig indskrænket sig til at fastslaa forekomsternes geologi i de store drag, hermed kan vi ikke blive staaende, tiden maa være moden til i alle fald et forsøg paa at komme et skridt videre³⁾, og vi skal derfor prøve at udvikle „a working hypothesis“ til nærmere forklaring af

1) Se f. eks. herom oversigt i *H. Credners* „Elemente der Geologie“ og *A. v. Groddeck's* „Die Lehre von den Lagerstätten der Erze“. — Vedrørende den sedimentære dannelse af nogenlunde analoge forekomster i De forenede stater, Sachsen, Schlesien, Bukovina osv. henvises til arbejder af *B. v. Cotta*, *I. A. Phillips*, *H. Credner*, *H. Wedding*, *E. Reyer*, *R. D. Irving*, *H. Müller*, paany *H. Wedding*, *Hj. Sjögren* med mange flere.

2) Kun rent undtagelsesvis møder man i de senere tider tvivl om rigtigheden af de ovennævnte svenske geologers konklusion vedrørende dannelsen af de foreliggende jernmalme. — Saaledes paastaar *G. Löfstrand* (*Geol. fören. förh. B. 12*, 1890, side 178), forøvrigt uden at gaa nærmere ind paa spørgsmaalet, at „det er paatageligt, at jernmalmen paa Langs og Goms ved Kragers staar i et eller andet (genetisk) forhold til gabbro“; efter de af mig foretagne undersøgelser er dog dette „forhold“ kun af rent topografisk natur.

Vedrørende de store nord-svenske „malmberge“ fremholder *H. Lundbohm* (se „Apatitforekomster i Gellivara malmberg“, side 20; „Apatitkommissionens“ indberetning), at „frågan om Gellivaramalmens sedimentära ursprung och öfver huvud taget om dess samtidighet med den omgifvande bergarten torde i likhet med 'granit- och gneisfrågan' vinna på att tills vidare lemnas öppen“. De med Mellems-Sverriges malmfelter fortrolige geologer og bergmænd, som tidligere har yttret sig om malmene ved Gellivara, Kirunavara osv., er dog komne til det resultat, at de er sedimentære. (I henhold til de foreliggende beskrivelser og de nogenlunde komplette malm- og bergart-suiter, som jeg har havt anledning til at se, viser de nord-svenske felter adskillig lighed med forekomsterne Solberg—Lyngrot ved Arendal). Forøvrigt influerer spørgsmaalet om Gellivara ikke paa de følgende theoretiske udviklinger; forsigtigvis skal vi dog ikke udstrække vor hypotese til at omfatte Gellivara-typen.

3) *R. D. Irving* har allerede for et par aar siden i et arbejde „Origin of the Ferruginous Schists and Iron Ores of the Lake Superior-region“ (*Americ. Journ. of Sc.* (3) B. 32, 1886) leveret et forsøg paa detailleret forklaring af Lake-superior-feltets malmleier. Hans hypotese gaar i korthed ud paa at der først blev udfældt skikt af jernoxydul- (eller rettere jernoxydul-magnesia-)karbonat; ved senere indtraadte omvandlings- og „silicifications“-processer, fremkaldte ved infiltration af „silicifying waters“, skulde karbonatet paa enkelte steder være bleven omsat til oxyd (eller oxydydul) sam-

Sedimentationen af de i den cambriske og i den øvre del af den archæiske formation hjemmehørende magnetit- og jernglans-forekomster, med typus Dannemora—Persberg—Norberg—Grängesberg og Arendal—Kragersø—Næverhaugen—Dunderlandsdal, osv.¹⁾

De mange forskellige forekomster, som vi her skal beskæftige os med, afviger vistnok ofte ikke uvæsentlig fra hinanden indbyrdes, og de kan udsondres til en række temmelig divergente underafdelinger, som dog altid ved mellemlid er forbundne med hinanden indbyrdes; — trods differencerne kan dog fremholdes en række generelle momenter, som i genetisk henseende maa tillægges fremtrædende betydning, nemlig:

jernmalm-leierne optræder paafaldende hyppig, om vistnok paa langt nær ikke bestandig, sammen med, ofte endog som indleining i *kalksten* og *dolomit*; for flere distrikters vedkommende gjælder, at jernmalmen er afsat umiddelbart før kalkstenen (eller dolomiten);

endskjønt denne hyppige optræden i og ved karbonat-lag er jernmalmen i det hele og store fortrinsvis ikke opblandet med karbonat, men med silikat, hovedsagelig temmelig kiselsyre-

tidig med, at det kiselsyreholdige vand skulde give anledning til dannelse af forskellige silikater (tildels rige paa MgO); — paa andre steder skulde karbonatet paany være bleven opløst og senere afsat, som oxydhydrat osv.

Denne hypotese synes mig dog lidet fyldestgørende, i alle fald kan den ikke generaliseres som gjældende ogsaa for de skandinaviske forhold; den sekundære „forkislings“-processer lyder noget mysteriøs, tilsyneladende ganske analoge forekomster forudsættes dannede paa temmelig divergerende vis, — og hypotesen tager ikke hensyn til flere af de mest fremtrædende eiendommeligheder ved de archæiske og cambriske magnetit- og jernglans-forekomster.

¹⁾ Som allerede i overskriften fremhævet, vil vi i det følgende ikke tage hensyn til de i det „dybe“ grundfjeld, — f. eks. i det Romsdal'ske og Søndmør'ske gneisfjeld, — optrædende, i alle fald tilsyneladende lagdelte forekomster af jernmalm, navnlig af titanholdig malm (med typus Tafjord og Ørekaug paa Søndmøre). — Heller ikke medtages de nordsvenske forekomster, Kiruna, Gällivara osv., da der er vakt tvivl om deres dannelsesmaade.

rige silikater eller silikat-blandinger; — særlig antræffes silikater, som med lethed dannes ved metamorfose;

der existerer ikke nogen fast relation eller tilknytning mellem den foreliggende jernmalm-gruppe paa den ene side og en eller anden eruptiv paa den anden ¹⁾;

i jernmalmen indgaar omtrent uden undtagelse noget *mangan* vistnok i høist vekslende mængde, medens omvendt de tunge metaller, som nærmest karakteriserer ertsgangene og dermed analoge forekomster, — nemlig kobber, zink, bly, nikkel, kobolt, vismuth, antimon, arsen, tin, krom osv., — i det hele og store mangler fuldstændig eller er tilstede i aldeles forsvindende mængde; gehalten paa titansyre er næsten altid ubetydelig (0.1 — 0.5 ‰); hist og her antræffes lidt *guld*;

apatit er tilstede i høist vekslende mængde, fra næsten forsvindende lidet (0.01—0.02 ‰ apatit) til adskillige procent, — i det hele og store dog i noget rigeligere mængde end i de tilstødende skifere. Svovl- eller kis-gehalten er i regelen temmelig ubetydelig.

Inden vore vigtigste malmførende distrikter (f. eks. Mellem-Sverrige, Bratsberg- og Nedenæs-kysten, osv.) karakteriseres hver enkelt geologisk underafdeling eller kanske rettere udtrykt, hver enkelt skifergruppe (som rød gneis, graa gneis, helleflint-gneis, helleflint osv.) i det hele og store ved en speciel malmtype²⁾; saavidt vi hidtil kan overskue forholdene, synes dog dette moment ikke at være generel, men af speciel natur, — gjældende for lokalt begrænsede distrikter, som f. eks. Mellem-Sverrige, — og det kan derfor ikke tilskrives nogen principiel

¹⁾ I modsætning hertil kan fremhæves, at vi ved en flerhed af de øvrige norske og svenske ertsforekomst-grupper kan paavise en konstant relation til en speciel eruptiv. Eks.: jernerts, kobbererts, zinkblende osv. ved og i Kristiania-distriktets yngre granit og syenit, — titanrig jernerts i norit (labradorsten) og peridotit, — kobbererts m. m. ved Thelemarkens og Sætersdalens granit, — nikkelholdig magnetkis i og ved gabbro (hovedsagelig norit), apatit i og ved gabbro (hovedsagelig olivingabbro), — svovlkis-kobberkis-leier i skifer ved saussuritgabbro (herom næste afsnit), osv.

²⁾ Se herom særlig *O. Gumælius* „Om malmlagens åldersföljd och deres användelse såsom ledlager“ (Öfvers. af sv. Vet.-Akad. förh., 1875) og *B. Santesson*s nys citerede afhandling.

genetisk rækkevidde, om det end selvfølgelig har en vis betydning. — Om de forskellige malmtyper henvises til sidste del af dette afsnit.

Vi skal først ved en kortere oversigt forsøge at klargjøre, hvad vægt der maa tillægges de oven fremholdte generelle kriterier, som en hypothese maa bygges paa.

For de svenske jernmalm-felters vedkommende er det allerede forlængst bleven fremholdt, at malmene paafaldende ofte optræder i forbindelse med kalksten (og kanske forholdsvis vel saa ofte med dolomit); *A. E. Törnebohm*¹⁾ udtaler saaledes herom, at „malmernes utbredning öfverensstämmer på det stora hela med kalkstenarnes; da delar af urformationen inom förevarande område, som äro rika på kalkstensinlagringar, äro i regeln ock malmförande, under det åter de trakter, der kalkstenar saknas, icke innehålla några, eller ock blott obetydliga malmfyndigheter Bland jernmalmera er det förnämligast svartmalmera, som gerna uppträda i kalkstenarnes närhet.“ Atter andre, navnlig *A. Sjögren*²⁾, *O. Gumælius* (l. c.), og *B. Santesson* (l. c.), paapeger nærmere, at enkelte malmtyper, særlig de mangarige og basiske, fortrinsvis forefindes i eller sammen med kalksten (og dolomit), medens atter ved andre, særlig ved „torrsten“-malmene, kalkstenen i regelen mangler. (Denne gruppering kan dog ikke tillægges nogen generel genetisk betydning; det er netop en „torrsten“-malm, som i Nordland saa yderst karakteristisk ledsages af kalksten; endvidere kan ogsaa medtages, at den svenske forekomst *Uto*³⁾, som anstaar i og ved meget mægtig kalksten, hovedsagelig fører kvartsrig jernglans, altsaa „torrsten“).

Som eksempel paa svenske jernmalm-forekomster, der optræder inde i eller i umiddelbar nærhed af oftest meget mægtig kalksten (med dolomit), kan anføres:

¹⁾ Öfverblick öfver Mellersta Sverriges urformation. Geol. fören. förh. B. 6, 1883, side 600.

²⁾ Geol. fören. förh. B. 2, 1874.

³⁾ *A. Erdmann*. Utö Jernmalmfält i Stockholms Län. Vetenskaps-Akad. Handlingar 1854.

Samtlige 4 større malmforekomster i Filipstad bergslag, nemlig Persberg¹⁾, Långban, Nordmarken og Taberg;

Dannemora-feltet¹⁾;

Utö-feltet²⁾;

Klackberg- og Kolningberg-gruberne i Norberg-feltet¹⁾;

En række forekomster i nordre del af Örebro län³⁾: Haggrube- og Sköttgrube-felterne, — Högborn- og Holmgrube-felterne, — Viker-, Ställberg- og Svartvig-felterne; endvidere en hel del spredte malme⁴⁾:

Skinnarängs- og Kråknäs-gruberne i Vika sogn; Burängsbergs-gruberne i Grangärde sogn; Långviks-gruberne i Garpenberg sogn; Svartbergs- og Hillängs-gruberne i Norrbärke sogn, samtlige i Dalarna; — Gillinge-, Skepvik- og Dam-gruberne i Södermanland, osv. osv.

Paa den anden side mangler kalkstenen (og dolomiten) ved en række andre malmfelt, som allerede omtalt navnlig, om end ikke altid, ved „torrstenerne“; eksempel: Striberg-, Stripa-, Pershytte- og Klacka-gruberne i nordre del af Örebro, — Morberg- og Risberg-gruberne med flere i Norberg-feltet, — Grängesberg- og Gräsberg-felterne, — (Gellivara, Kirunavara, Luossavara).

For [de] norske forekomsters vedkommende maa jeg for den væsentligste del henholde mig til egne undersøgelser.

I eller ved kalksten optræder:

de tidligere i dette arbeide beskrevne nordlandske felter;

Ulefos jernglans-malm (hæmatit), flere parallel-leier i meget mægtig uren kalksten, indleiet i gneisgranit (malm med temmelig høi fosforgehalt; baryt);

forekomsterne (hovedsagelig jernglans) paa Langøen, umiddelbart ved krystallinsk kalksten, med granat osv, (*Kjerulfs* og *Dahlls* „karbonat-gange“);

¹⁾ [A. E. Törnebohm. Geognostisk beskrifning (med kart) öfver Persbergets grufvefält, 1875. — Beskrifning ock geologisk atlas öfver Dannemora grufvor, 1878.] — Om lagerföljden inom Norbergs malmfält. Geol. fören. förh. B. 2, 1875.

²⁾ Se *A. Erdmanns* beskrivelse. (I. c.)

³⁾ Efter B. Santesson (I. c.).

⁴⁾ De sidste efter velvillig meddelelse af prof. G. Nordenström.

Arendals-felterne, malm staaende midt mellem Dannemora- og Persberg-typerne: ved Klodeberg—Kjenli, Langsev—Thorbjørnsbo og Næskilen fleresteds kalksten i temmelig tynde lag.

Derimod mangler kalksten ved

Solberg—Lyngrot-draget,

Seftestad i Nissedal¹⁾.

Særlig naar man holder sig for øie, hvilken rent underordnet stilling kalksten (og dolomit) i sin almindelighed indtager i grundfjeldet²⁾, maa det forhold, at en procentisk meget væsentlig del af de skandinaviske jernmalm-forekomster forefindes i og ved kalksten³⁾, nødvendigvis paakræve opmærksomheden; en hypothese, som ikke klargjør denne relation, maa ansees værdiløs.

De archaiske og cambriske magnetit- og jernglans-forekomster optræder særlig i Norge og Sverrige i rigelig fylde; dels af denne grund og dels fordi de hos os synes at være mere omhyggelig studerede end ellers, skal vi i denne udvikling fortrinsvis stille os de skandinaviske forhold for øie, — samtidig kan dog medtages, at den intime tilknytning af magnetit- og jernglans-leierne til kalksten (og dolomit) stadig gjentager sig ogsaa udenfor Skandinavien⁴⁾. Her skal kun opføres enkelte løsevne eksempler:

Jernmalmen i Moravisza og Dognácska i Banatet umiddelbart ved, — navnlig *under*, — en mægtig kalksten; forekom-

¹⁾ Desuden ved de i det „dybe“ grundfjeld optrædende titanrige malme (eks. Tafjord, Ørskog.)

²⁾ Paa hele kyststrækningen Langesund—Kristianssand, som jeg har gennemstreift mange gange, kjender jeg saaledes kun to eller tre kalklag udenfor jernmalm-forekomsterne.

³⁾ Som modsætning hertil kan fremholdes, at ved vore i skifer hjemmehørende kisleforekomster, med typus Langvand—Røros—Foldal—Varaldsøen (se næste afsnit), savnes kalksten (og dolomit) saa at sige uden undtagelse; jeg har alt-i-alt vistnok besøgt et hundrede af hidhørende leiesteder, kun etsteds, nemlig ved Fredriks-gruben i Os, er antruffet et kalkleie, paa 0.5–1 m., umiddelbart ved kisen. — Se forøvrigt nærmere herom nogle bemærkninger af mig i afhandlingen „Foldalens kisle“ (Norske ertsforekomster, no. VII, side 36–39).

⁴⁾ Dette er allerede bleven paapeget af *A. v. Groddeck* i hans „Lagerstätten der Erze“ (1879), side 133, — og senere, under omtale af „Kalkreihe“ og „Eisenreihe“, berørt af *H. Rosenbusch* i „Zur Auffassung des Grundgebirges“ (Neues Jahrb. f. Min. 1889, B. II).

sterne parallelliseres af *Hj. Sjögren*¹⁾ med de svenske (typus Persberg).

Magnetit-forekomsterne ved Berggiesshübel, Sachsen; lige ved kalklag²⁾ (tilhørende undersiluriske, kontakt-metamorfoserede skiferrækker).

Ligesaa en flerhed af magnetit-leierne i De forenede stater, i og ved kalksten. Eks. forekomsterne i staterne New Jersey og New York³⁾.

De bekjendte forekomster paa Elba, som i alle fald efter enkelte forskere skal være analoge de skandinaviske (Arendal osv.), ligeledes ved kalksten, men da der hersker stærk dissens vedrørende opfatningen af malmens dannelse, tager vi i det følgende ikke noget hensyn til dette felt.

Ved de nordlandske jernmalm-forekomster kan med sikkerhed konstateres, at sedimentationen af malm- og kalksten-serien indlededes med bundfældning af malmleiet (se fig. 4 og 24—26); de af *Sjögren* (l. c.) publicerede profiler over det tidligere omtalte felt i Banatet antyder ligeledes, at malmen ogsaa her er ældre end kalkstenen, og det samme er ogsaa formentlig, i henhold til egne undersøgelser, tilfælde med Lango-forekomsterne. Ved de øvrige mig bekjendte, i archaiske skifere optrædende jernmalm-leier kan derimod skikternes aldersfølge i regelen ikke fastslaaes, kun fremgaar det, at der ofte har fundet sted en repeteret sedimentation af jernmalm og kalksten (med dolomit).

Mellem den krystallinske kalksten og vor jernmalm kan man vistnok nu og da, navnlig ved de basiske og manganrige

1) Geol. fören. förh. B 7, 1885; ogsaa Jahrb. d. k. k. Reichsanst.

2) Efter beskrivelse af *H. Müller* „Ueber die Erzlagerstätten in der Umgegend von Berggiesshübel“ (Geol. Landesunters., Sachsen, 1890) synes dog forekomsterne her at være dannede under andre kemiske betingelser end de skandinaviske.

3) Se *H. Wedding*, Zeits. f. d. Berg-Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. 1876, side 332 og følg. — *E. Reyer*, Oesterr. Zeits. f. d. Berg- und Hüttenwesen. 1887, side 120 og følg.

malme, ved en række mellemlid, — kalksten mere eller mindre rig paa magnetit, granat osv., — forfølge gradvise overgange, i det hele og store maa dog fremhæves, at jernmalmene fortrinsvis ikke er opblandede med *karbonater*, men med *silikater*, hovedsagelig nogenlunde kiselstyrerige silikater eller silikat-blendinger¹⁾. — Efter den af *O. Gumælius* (l. c.) leverede oversigt over Mellem-Sverriges jernmalm-forekomster udgjør saaledes kiselstyren i de „slagdannende“ bestanddele (3: malmen fratrukket sine jernoxyder) hos de forskjellige malmtyper:

Hos gneismalmerne	80—90	%	SiO ₂
„ den røde eurits malme . .	ca. 87	„	„
„ Pershyttetypens malme . .	ca. 84	„	„
„ den graa eurits malme . .	ca. 70	„	„
„ de med disse sidste nærbeslægtede malme	50—60	„	„
„ Åsbobergsmalmen	60	„	„
„ Dannemoratypen	30—40	„	„

B. Santesson (l. c.) udleder som resultat af en svite analyser fra nordre Örebros gruber følgende oversigt:

1. Helleflintgneisens malme:

Kvartsførende malme	83.7	%	SiO ₂
Klorit- og feldspathførende do. .	63.2	„	„
Hornblende og augitførende do. .	61.1	„	„
Talkførende do.	49.4	„	„
Kalkførende do.	29.3	%	CO ₂ , 18.8 % SiO ₂

2. Helleflintens malme:

Dolomitførende malme	10.5	%	CO ₂ , 48.5 % SiO ₂
Manganmalme	20.5	%	CO ₂ , 25.5 % SiO ₂

SiO₂-gehalten i de „slagdannende“ bestanddele i den nordlandske malm²⁾:

¹⁾ Om inddelingen i „typer“ efter „slaggen“ sammensætning se de sidste sider i dette afsnit.

²⁾ For Nøverhaugen efter gennemsnitsanalyse af exporteret malm; for Fuglevik efter de side 102 gjengivne analyser; for Dunderlandsdalen efter skjøn og digelprøve.

Næverhaug-malmen	76.4	%	SiO ₂
Fuglevik-malmen	74.2	"	"
Dunderlandsdalens jernglimmer- skifer	ca. 80—95	"	"

De forskjellige Arendalsmalme, i henhold til en række analyser, oftest med 40—55 % SiO₂ (naar jernoxyderne fratrukne).

I Mellem-Sverrige karakteriseres i det hele og store netop de malme, som optræder i umiddelbar kontakt med kalksten eller dolomit, — og som tilmed i regelen udmærker sig ved høj mangan-gehalt, — ved forholdsvis basisk silikat-blanding, ofte endog ved rigelig karbonat-mængde; dette er dog ikke nogen gennemgribende regel, tværtom kan fremføres flere frappante undtagelser (eks. Utø, Næverhaugen—Dunderland osv., se side 127).

Noget *manganoxydul* (eventuelt oxyd), — sjelden under 0.2—0.5 %, ofte 1 %, nogenlunde hyppig ca. 2—4 %, undertiden op til 10—20 % MnO og derover¹⁾, — indgaar paa en eller anden vis saa at sige uden undtagelse i de svenske jernmalme, og smaa eller middels smaa mangangehalter møder man ogsaa i de analoge norske malme (fra ca. 0.2—0.5 % MnO i den nordlandske „torrsten“ til 2—5 % i de Arendal'ske „Dannemora“-malme).

Titansyre derimod mangler fuldstændig eller optræder kun i yderst ringe mængde (hovedsagelig som titanit) i den jernmalm-gruppe, vi her beskæftiger os med; de i det „dybe“ grundfjeld hjemmehørende skiktete jernmalm-forekomster (eks. Tafjord og Ørskoug paa Søndmøre) derimod karakteriseres ofte ved en nogenlunde høj titansyre-procent.

Nikkel, kobolt, krom, tin osv. er neppe engang blevne paa-viste i de her foreliggende malmtyper, — vismuth-, arsen- og antimon-forbindelser hører til de allerstørste sjeldenheder, — og

¹⁾ Se f.eks. analysetabellerne i et arbejde af R. Åkerman „Sur l'état actuel de l'industrie du fer en Suède“, 1878; og B. Santesson's Örebro-beskrivelse.

blyglans, zinkblende og kobberkis, med forvitningsprodukter, mangler i regelen¹⁾; de sidste indgaar dog nu og da, men altid i underordnet mængde, og vi maa udtrykkelig fremhæve, at der i alle fald ikke i Norge og neppe heller i Sverrige kan paavises nogen successiv overgang mellem vore jernmalm-leier paa den ene side og de sedimentære kobberkis- eller zinkblende-blyglans-forekomster paa den anden²⁾.

Gediegent guld forefindes saa hyppig i jernglimmer-skifer eller itabirit, baade fra Brasilien (hovedsagelig i distriktet Minas Geraes), i Syd-Carolina og paa den afrikanske guldskyst, at mineralet maa opføres som en karakteristisk accessorisk bestanddel af skiferen; enkelte skikt af itabiriten er endog i den grad nogenlunde jevnt og rigelig impregnerede med metallisk guld, i fint fordelte blade og takker, at man bar afbygget dem paa guld, — dette ikke alene i Brasilien, men ogsaa i de to andre oven opførte felter³⁾.

Ligeledes har man i svenske jernmalm-gruber et par gange antruffet gediegent guld⁴⁾, — navnlig i Malsjöberggruben (Norrbärke), her dels indgaaende i selve jernmalmen og dels paa

¹⁾ Som modsætning hertil kan fremhæves, at paa de til Kristiania-territoriets eruptive granit bundne magnetit- og jernglans-forekomster optræder hyppig kobber-, bly-, zink-, nikkel- & kobolt-, ja selv antimon- og vismuth-mineraler; forekomsterne kan paa denne maade gaa over til kobberkis-broget-kobber-gange paa den ene side og zinkblende- (blyglans-)gange paa den anden (se min tidligere citerede beskrivelse).

²⁾ De i grundfjeldet hertillands optrædende lagdelte magnetis-kobberkis-forekomster, med typus Bøistedad—Skyttemyr ved Arendal og Bodalen (Aversøen) ved Kristiansund, fører undertiden lidt magnetit, og paa den anden side kan vore jernmalm-leier hist og her indeholde en del kobberkis; alligevel kan de to grupper holdes distinkt ud fra hinanden. — De i regional-metamorfoserede siluriske skifere hjemmeberørende kisforekomster, med typus Røros, Foldal osv., er ogsaa nu og da opblandede med noget magnetit, som endog lokalt kan være aldeles prædominerende (se herom i næste afsnit); nogen overgang til vore jernmalm-leier finder dog ikke sted. — Derimod synes saavel magnetit- som svovkis-kobberkis-forekomsterne ved Berggiesshübel, Sachsen, efter Müllers tidligere citerede beskrivelse, at være dannede under nogenlunde ens betingelser; som dog tidligere omtalt, kan jernmalm-leiestederne her neppe fuldt ud sidestilles med de skandinaviske.

³⁾ Se herom literatur-oversigt i *Justus Roths* Allg. und chem. Geol. B II, 1887, side 454—455 og i A. Locks „Gold“.

⁴⁾ Se Geol. fören. förh. B. 2, side 179, 223; B. 10, side 127, 216 osv.

sprækker, med vismuthglans, — og i Nordmarken gruben (ved Filipstad), paa sprækker sammen med diverse vismuthmineralier. [Til noiere oplysning kan indskydes, at sølv, hvilket metal i det hele og store er ganske anderledes almindelig udbredt i naturen end guld, saavidt mig bekjendt aldrig er forefundet som indgaaende i jernmalm, om end vistnok gediegent sølv en enkelt gang er paatruffet i en jernmalm-grube¹⁾].

De skandinaviske jernmalme er fra urgammel tid vel renommerede for lav fosfor- eller *apatit*-gehalt, og faktisk møder man ogsaa ved flere af de mest berømte grubefelter, f.eks. ved Dannemora og Arendal, ganske exceptionelt smaa apatit-mængder; paa den anden side gives der dog ogsaa en række leiesteder, deriblandt særlig de større baade i Norge og Sverrige, som karakteriseres ved en for sedimentære bergarter usædvanlig høi apatit-rigdom. — Jernmalm med kun 0.003—0.009 % fosfor = 0.016—0.05 % apatit hører til sjeldenhederne; de fleste af de bedre malme fører ca. 0.01—0.025 % fosfor = 0.055—0.14 % apatit, oftere endog op til 0.05 % fosfor = 0.27 % apatit; malm med stort høiere gehalt har man i tidligere dage ikke med fordel kunnet anvende til indenlandsk brug, forekomsterne har derfor hidtil tiltrukket sig relativt mindre opmærksomhed, alligevel er det netop disse felter, som i det hele og store udmærker sig ved de største malmkvantiteter. — Hertillands er det navnlig Arendal- og Kragere-forekomsterne, som karakteriseres ved lave apatit-gehalter; alle vore tre hidtil kjendte større malmfelter derimod betegnes ved temmelig betydelig rigdom paa apatit, nemlig:

	% P	% apatit
Ulefos-malm ²⁾	0.47	2 5 %
Nissedal-malm	0.2—1 %	1.1—5 5 %
Forekomsterne ved Næverhaugen, Dunderlandsdal og Fuglevik	0.10—0.35 %	0.55—2.0 %

¹⁾ Nødebro grube ved Arendal; sølv paa gangspalte sammen med kobbernikkel, prehnit. Berg- und hüttenm. Zeit. 1845, side 802

²⁾ Mindre gjennemsnitsanalyse, udført paa det metallurg laboratorium.

De forskjellige leier i det med hensyn paa malmkvantitet betydeligste distrikt i Mellem-Sverrige, nemlig i Grängesberg¹⁾ og Grangärde sogne, udmærker sig ogsaa i det hele og store ved høie, om end stærkt vekslende apatit-gehalter; enkelte af de større malmpartier²⁾ fører endog ikke mindre end 0.5—1.5 %, middel omkring 0.75 % P = 2.7—8, middel ca. 4 % apatit; — apatit-tilblandingen er her paa enkelte steder synbar for blotte øie.

Til de nordsvenske malmfelter, Kirunavara, Gellivara osv., tager vi af tidligere fremholdte grunde forsigtigvis ikke hensyn ved den her foreliggende theoretiske udvikling, — alligevel kan vi ikke undlade at fremholde, at netop disse i særlig grad karakteriseres ved rigelig apatit³⁾, idet a) selve den kompakte jernmalm i Gellivara-feltet neppe nogetsteds kan brydes med lavere fosforgehalt end ca. 0.07 %, og idet b) der paa talrige punkter dels inde i selve jernmalmen og dels nær samme optræder apatit, i temmelig store korn, intimt vekslende med jernmalm⁴⁾; den sidstnævnte forekomstmaade er som bekjendt saa storartet, at den tillægges stor økonomisk rækkevidde⁵⁾.

Enkelte af de mest udstrakte magnetit-leier i De forenede stater, f.eks. ved Lake Champlain, udmærker sig ligeledes ved rigelig apatit.

At fosforgehalten i vore vanlige jernmalme gjerne stiger med malmens kiselsyre-mængde og omvendt synker med mangan-mængden, skal senere nærmere omtales.

Ogsaa i de til den archæiske og cambriske formation hørende skifere og kalkstene m. m. er apatit en vel aldrig svigtende gjæst; som regel maa dog fremholdes, at apatit-tilblandin-

1) Vedrørende Grängesberg-feltet henvises til det yderst instruktive kart i *Wetterdals* „Lärobok i grufbrytning“, Atlas; 1878.

2) Efter *R. Åkerman*, Jernkontorets Annaler, 1889, side 66.

3) Se herom særlig beretning af den svenske „Apatitkommission“, 1890.

4) Tilsvarende veksler af apatit og jernmalm har jeg selv observeret etsteds i Grängesberg-feltet og endvidere ved Lyngrot grube i Froland pr. Arendal; den sidste forekomst viser nogen lighed med Gellivara-typen, se side 124. — Den rigelige optræden af apatit i Gellivara malmberg maa ikke opfattes som noget singulært tilfælde, tværtom har vi en række analogier; det er kun de kvantitative proportioner, som er noget forrykkede.

5) Apatit optræder som bekjendt i Gellivara-dundret ogsaa gangformig, i gabbro, ekvivalerende de sydnorske forekomster.

gen her gennemgaaende er temmelig ubetydelig. Mineralet optræder i de foreliggende bergarter kun som største sjældenhed i korn, synbare for blotte øie¹⁾; under mikroskopet kan det vistnok hyppig paavises, men samtidig konstateres ogsaa den lave procent. Chemiske undersøgelser herover er forøvrigt ikke udførte i den grad, som ønskelig kunde være; heldigvis er dog netop en række kalkstene og dolomiter fra de svenske „bergslag“ analyserede paa fosforsyre, med resultat:

Kalksten og dolomit fra nordre del af Ørebro len²⁾, 37 analyser: 7 mellem 0.003—0.009 % P_2O_5 = 0.007—0.021 % apatit; 11 mellem 0.01—0.02 % P_2O_5 = 0.024—0.048 % apatit; 9 mellem 0.02—0.03 % P_2O_5 ; 6 mellem 0.03—0.04 % P_2O_5 ; 3 mellem 0.04—0.051 % P_2O_5 og kun 1 paa 0.128 % P_2O_5 = 0.30 % apatit, — middel af samtlige 37 analyser ca. 0.011 % P eller 0.025 % P_2O_5 , 0.06 % apatit.

Skulde man regne *en bloc* al den jernmalm, som forefindes i Norge og Sverrige, vilde middelgehalten, selv om vi ikke tager hensyn til Kirunavara og Gellivara, neppe blive under 0.1 % P eller kanske endog 0.1—0.2 % P = 0.55—1.1 % apatit³⁾, — i hvert fald betydelig høiere end hos skiferne og kalkstenene.

Vi maa efter denne udvikling stille som fordring til en fyldestgjørende hypotese, at der skal kunne forklares, først, hvorfor vore jernmalme gennemgaaende er rigere paa apatit end de øvrige bergarter, som bygger de archæiske og cambriske skifere, — og endvidere, hvorfor særlig de kiselsyrerige malme, „torrstenene“, i det hele og store karakteriseres ved høiere apatitgehalt end de basiske og manganrige, „blandstenerne“ og „manganmalmerne“.

1) Eks.: i „Drøisaskifer“ (Holtaalen) er fundet nogle apatit-krystaller i kvartsdisthen-linser. — H. Reusch omtaler (Naturen, 1885) apatit i regionalmetamorfoserede siluriske skifere, fra søen Hille ved Stavanger; paafaldende nok forefindes apatiten ogsaa her sammen med jernmalm (magnetit); forekomsten ubetydelig.

2) B. Santesson (l. c.)

3) De store forekomster, Grängesberg—Grangårde og Nøverhaugen—Dunderland, vilde ved beregning som den oven skitserede komme til at „drage“ meget stærkt.

De tidligere forskere, som har fremholdt argumenterne for malmens sedimentære oprindelse, har alle været enige i, at de foreliggende skandinaviske magnetit- og jernglans-forekomster er dannede *in situ*, og at de konstituerende elementer, jern, mangan osv., tilhørte leierne fra begyndelsen af, at de altsaa ikke er senere indkomne. At saa ogsaa maa være tilfælde, fremgaar vel uden videre deraf, at forekomsterne kan forløbe uden spor af forandring i den mineralogiske karakter over betydelige længdeudstrækninger, undertiden endog kilometervis, altid paa samme niveau inden skiktrækkerne, — at malmen selv i regelen er udpræget lagdelt, og at den veksellagrer med de omgivende skifere osv., — og endelig, at der hyppig foreligger skarp grænse og ikke nogen gradvis overgang til den nær malmleierne optrædende kalksten og dolomit.

Specielt maa fremhæves, at de her omhandlede malme ikke kan forklares derved, at jern- (og mangan-)oxydulkarbonat, som i vandig opløsning kunde have sivet ind gennem allerede eksisterende karbonatskikt, skulde være bleven udfældt af den kulsure kalk (hvorved den sidste gik i opløsning, medens jernkarbonatet blev aflagret¹⁾). En saadan fortolkning er, — og som det synes med rette, — bleven udviklet af *F. Beyschlag*²⁾ som gjældende for spathjernsten-leiestederne ved Kamsdorff og og Stahlberg i Thüringer Wald, og de af *H. Müller* beskrevne magnetit-forekomster ved Berggiesshübel i Sachsen synes at stamme fra en analog dannelsesprocess. Disse „metasomatiske“ felter differerer altid i meget væsentlige punkter fra vore malmleier, særlig derved, at kalkstenens eller dolomitens transformation gjerne skridt for skridt kan konstateres, idet forekomsterne i malmplanets fortsættelse gradvis „gaar over“ til kalksten (dolomit);

¹⁾ Kulsur kalk er lettere opløselig i kulsyreholdigt vand end kulsurt jern- eller manganoxydul.

²⁾ *F. Beyschlag* „Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorff in Thüringen“ (Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt, 1888); se ogsaa *H. Bücking* „Gebirgsstörungen südwestlich vom Thüringer Wald und ihre Beziehungen zu den Eisenerzlagerstätten des Stahlberges und der Mommel“ (samme tidskrift, 1882). — Almindelig oversigt over de hidhørende teorier i *A. v. Groddeck*s „Lagerstätten der Erze“, side 325.

endvidere optræder de metasomatiske leiesteder i almindelighed som ujevnt begrænsede masser („Nester“, „Stöcke“ osv.) og ikke som regelmæssige skikt, end mindre som typisk lagdelte skikt; vi kan ogsaa medtage, at ved en del af vore, undertiden næsten af kemisk ren magnetit eller jernglans bestaaende malmleier mangler overhovedet ethvert spor af kalksten og dolomit, — og hvor karbonaterne forefindes, karakteriseres de ikke ved nogen kavernøs struktur.

Magnetit- og jernglans-leiernes intime tilknytning til kalksten (og dolomit) kan i henhold til ovenstaaende kun fortolkes derved, at sedimentationen baade af jernmalmen og af de forskellige karbonater skyldes tilførsel af jernoxydul- kalk- og magnesia-karbonat til det bassin, hvori leiestederne dannedes; karbonat-opløsningerne skrev sig sandsynligvis, i de tidligere geologiske perioder saavel som i nutiden, fra destruktion af allerede forhaandenværende bergart-sviter.

Vore malmleier kan *ikke* sættes i forbindelse med bestemte eruptioner; der gives følgelig ikke spor af positivt holdepunkt for nogen antagelse om, at jernet i selve jernmalmen skal stamme fra exhalationer af flygtige jernsalte (f.eks. clorid), som kunde komme frem ved særegne natur-revolutioner¹⁾. Heller ikke kan formodes, at jernet tilførtes sedimentations-bassinet under form

¹⁾ *E. Reyer* sætter (se „Geologie der amerikanischen Eisenlagerstätten, insbesondere Michigan“, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1887, no. 10, 11) de mægtige magnetit- og jernglans-forekomster ved Lake superior i forbindelse med basiske eruptiver, som skulde have brudt frem samtidig med skikt-afsættningen; eruptionerne skulde have været ledsagede af exhalationer af jernclorid, som blev opløst i havsvandet; ved fortyndning af opløsningen udskilte sig jernoxydhydrat, som igjen blev omvandlet til jernglans eller hæmatit. — Mod denne hypothese kan vistnok allerede for de amerikanske forekomsters vedkommende indvendes, at det vel overhovedet er tvivlsomt, om de i skiktrækkerne indgaaende „basiske eruptioner“, som ikke engang omtales af *Irving* i hans beskrivelse af Lake superior-feltet, i virkeligheden er af eruptiv natur; endvidere mangler fuldstændig paavissningen af en *genetisk* relation mellem „eruptiven“ og ertsforekomsterne, og endelig er det vel tvivlsomt, om en neutral jernclorid-opløsning ved fortynding vil udskille jernoxydhydrat (cloridet adskiller sig i saa henseende fra de svovlsure, eddikkedalte). *Reyers* hypothese synes meget fantasifuld, i

af sulfat; i saa fald maatte man nemlig vente, at malmen ledsagedes ikke af kalk-karbonat, men af sulfat (anhydrit, gibs), og at malmen selv i nogenlunde rigelig grad var opblandet med svovlminerale.

Vedrørende en flerhed af de i samtlige forsteningsførende formationer, — fra silur til tertiær, — optrædende leier af spathjærnsten, brunjærnsten og rødjærnsten ligesom ogsaa for de recente myrmalm-afleiningers vedkommende kan med sikkerhed paavises, at malmen i regelen skyldes udfældning af jernoxydulkarbonat-opløsning¹⁾; de ældre skiferes magnetit- og jernglans-leier erstatter eller ekvivalerer de yngre formationers deposita af karbonat, hydrat og oxyd, udgangsmaterialet maa i begge fald have været det samme. Det vundne resultat er saa enkelt, at en flerhed af tidligere forskere, f. eks. *A. v. Groddeck*, *R. D. Irving*, *I. S. Newberry*, *I. A. Philips*, uden videre synes at opstille det som axiomatisk forudsætning.

Jernoxydulkarbonat viser, i lighed med jernets øvrige oxydulsalte, en stærk tendens til høiere opoxydation; betingelsen for, at det, ved fordunstning af den overfløedige kulsyre, skal kunne udsondre sig som oxydulkarbonat, blir følgelig, at enhver anledning til høiere oxydation, f. eks. ved surstof, opløst i vand, specielt hindres; er saa ikke tilfælde, falder jernet ud som oxydhydrat eller eventuelt oxyd²⁾. I overensstemmelse hermed finder

hvert fald kan intet led af den appliceres paa de skandinaviske forholde, neppe heller, som forfatteren antyder, paa Elba.

Kreici, Feistmantel og Bäumer (se et arbejde af den sidste om Kladno-feltet, Oesterr. Z. f. B.-H. W, 1887, no. 32) fremsætter den opfatning, at jern-bestanddelen i de i siluriske skifere i Bøhmen indgaaende siderit-leier skal skrive sig fra jergehalten i en jernlig diabas, som hyppig forefindes nær forekomsterne; et exact bevis vil dog vel være vanskelig at levere.

- 1) Se herom f. eks. *A. v. Groddeck's* fremstilling i „Die Lehre von den Lagerstätten der Erze“ (1879), side 296 og følg.
- 2) Se herom f. eks. de af *G. Bischof* (Lehrb. d. chem. und phys. Geol., B. II, 1864, side 136 og flg.) og *Justus Roth* (Allg. und chem. Geol., B. I, 1879, side 545 og flg.) leverede oversigter: „Bedingung für den Absatz von Eisen- (und Mangan-) oxydulkarbonat ist Ausschluss des Sauerstoffs,“ „Die Gegenwart organischer Substanzen in solchen Gewässern mag wohl in den meisten Fällen die höhere Oxydation des Eisenoxyduls bei seinem Absatze verhütet haben.“

vi (se *Groddecks* fremstilling), at de yngre formationers spathjærnsten-afleininger, — i modsætning til de primære brun- og rødjærnsten-leier, — i det hele og store ledsages af organisk substans, som altsaa har modvirket oxydationen.

Hvorledes det hermed forholdt sig ved sedimentationen af de archæiske og cambriske forekomster, hvis genesis vi i dette arbeide beskæftiger os med, kan man *a priori* neppe raisonnere sig til, men vi faar forsøge at bygge paa de tilgængelige observationer.

Først maa i denne forbindelse fremhæves, at ved de skandinaviske leiesteder er spathjærnsten som primær dannelse overhovedet, saavidt mig bekjendt, ikke nogetsteds bleven paavist¹⁾; heller ikke foreligger i sin almindelighed jernoxydulrige karbonater, tværtom udmærker saavel den i jernmalmen primært indgaaende kalkspath som kalkstenen og dolomiten i nærheden af malmleierne sig i regelen endog ved ganske ubetydelige jerngehalter²⁾. Paa den anden side karakteriseres ikke sjelden, som f.eks. ved „torrsten“-malmene i Nordland og paa Utø, de skarpt fra kalkstenen begrænsede malmskikt ved at bestaa af næsten chemisk ren jernglans og magnetit eller disse opblandede med kiselsyre osv., men kun med et minimum af kalkholdige mineraler. — Hvis vore oxydiske ertser skulde være fremkomne ved omsætning af jernoxydulkarbonat, maatte vi altsaa her forudsætte en endog hyppig intimt vekslende udsondring af næsten jernfri kalkspath og dolomit paa den ene side og af næsten kalk- og magnesia-fri jernspath paa den anden; der kan dog ikke anføres en eneste observation som støtte for en saa unaturlig antagelse.

Kul, under form af grafit, bergbeg eller anden bituminøs substans, er vistnok bleven antruffet i nogle af de talrige jern-

1) Enkelte af de ved *Irving* (l.c.) beskrevne jernmalm-leier ved Lake superior derimod fører spathjærnsten i rigelig mængde (ogsaa her opblandet med temmelig meget organisk substans), og netop herpaa baserer *Irving* den slutning, at jernet ved de angjældende forekomster bundfældtes som karbonat — Hos os mangler karbonatet; dette moment i og for sig kan dog ikke tillægges afgjørende vægt, idet karbonatet jo i tilfælde i sin helhed kunde være bleven omsat til jernglans eller magnetit.

2) Se herom f.eks. analysetabellerne i *B. Santessons* Ørebro-beskrivelse.

gruber i Skandinavien¹⁾, — og i et par af de basiske og manganrige malme (f.eks. fra Kolningbergfeltet ved Norberg og Vikerfeltet i Nora) indgaar grafit endog som konstant bestanddel, om end ikke i synderlig rigelig mængde; i disse specielle fald er manganet og tildels kanske ogsaa jernet sandsynligvis bleven udsondret som oxydulkarbonat²⁾, ved den store flerhed af vore forekomster eksisterer dog ikke spor af organisk substans, som kunde have modarbejdet opoxydation af karbonatopløsningen.

Af ovenstaaende grunde udleder vi den slutning, at *jernet* ved vore archæiske og cambriske leiesteder, — paa samme maade som ved de yngre formationers primære brun- og rødjernsten-afleiringer, — i de allerfleste fald er bleven direkte udskilt som oxydhydrat eller i tilfælde vandfrit oxyd³⁾; kun i rent

1) Se A. Helland „Bergbeg, anthracit osv. fra ertseleiesteder og granitgange“, Geol. fören. förh. B. 2, 1875. — Bergbeget er i de fleste fald en sekundærdannelse.

2) Herom mere senere.

3) Det maa ansees som et spørgsmaal af underordnet betydning, om jernet er bleven udfældt som vandholdigt eller vandfrit oxyd; vi skal derfor herom indskrænke os til at anføre en række undersøgelser, som kan belyse problemet.

At jernoxydhydrat [$H_6Fe_2O_6=Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$] meget let afgiver en del af sit vand, — og derved gaar over til brunjernsten [$H_6(Fe_2)_2O_6=2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$] eller gøthit [$H_2Fe_2O_4=Fe_2O_3 \cdot H_2O$], — eller endog sin hele vandgehalt, er forlængst bekræftet ved laboratorieforsøg og lign. Rust (oxydhydrat + karbonat) omvandles undertiden til rødt vandfrit oxyd, naar det i aarenes løb, ved vanlig temp., ligger i luften; ligeledes kan paa vanlig kemisk vis udfældt oxydhydrat ved at opbevares i lang tid i vand eller ved at blive udsat for længere tids indvirkning af vand og luft fuldstændig tabe sit hydratvand; oxydhydrat, suspenderet i vand, afgiver sin vandgehalt allerede ved kortere tids opvarmning til temp. 160–180°. (Om disse og andre eks. se G. Bischof, Lehrb. d. chem. und phys. Geol. B. III, 1866, side 884 og fig., Justus Roth, Allg. u. chem. Geol. B. I, 1879 og fig.).

Ved anvendelse af høiere tryk eller temp. kan man ogsaa direkte faa udskilt vandfrit oxyd (jernglans); cfr. experiment af *Sénarmont*, som fældte jernchlorid, opløst i vand, med kulsurt kalk eller natron, ved temp. ca 200°.

Det maa ligeledes ansees som temmelig uvæsentlig, om der af oxydet eller oxydhydratet (eventuelt med oxydulkarbonat) resulterede jernglans (Fe_2O_3) eller magnetit (Fe_3O_4); man har nemlig ikke kunnet paavise nogen aldeles konstant lov for det indbyrdes forhold mellem disse to ertser („*torsten*“-malmene karakteriseres oftest ved overveiende meget jernglans, omvendt de basiske „*blandstenmalme*“ ved overveiende magnetit; fra disse regler

exceptionelle fald maa forudsættes en bundfaldning som oxydul-karbonat¹⁾. — *Manganoxydul* karbonat opoxyderes, som senere nærmere skal omhandles, meget vanskeligere end det tilsvarende jerns salt; det vil derfor i en række tilfælder blive udsøndret ikke som oxyd (eller hydroxyd, hyperoxyd osv.), men som oxydul-karbonat.

Man turde muligens blive mødt med den indvending, at den i havsvand opløste surstoffmængde skulde være saa ubetydelig, at kun en forsvindende kvantitet jernoxydul karbonat kunde blive opoxyderet. Til belysning af problemet skal hidsættes en beregning paa grundlag af nutids forhold. — Efter omfattende undersøgelser²⁾ kan det nuværende havsvand, selv indtil over 3000 m.'s dyb, ansees som næsten fuldstændig mættet med surstoff³⁾; 1 liter søvand³⁾ (Atlantehavsvand) holder ved 0° C 7.77 cm³ og ved 5° C 6.95 cm³ surstof (reduceret til 760 mm. og 0°), altsaa med rundt tal 7 cm³ = 10.035 eller 10 mgr. surstof; 1 m³ vand altsaa 10 gram surstof.

Ved process $2 \text{FeCO}_3 + \text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{CO}_2$ opoxyderer 1 vægtsdel surstof netop 10 vægtsdele Fe_2O_3 ; — hvis den hele surstoffmængde blev konsumeret, kan altsaa 1 m³ vand præstere 0.1 kgr. Fe_2O_3 ; vi regner, at kun det halve forbruges, altsaa pr. m³ vand 0.05 kgr. Fe_2O_3 . — Et bassin kun 20 meter dybt giver følgelig straks et bundfald af 1 kgr. Fe_2O_3 ⁵⁾ pr. m²; da vandet i overfladen

gives der dog en række undtagelser: magnetit i næsten ren kvarts, eks. analyse no. 7, side 102 i dette arbejde, — omvendt jernglans i basisk beskikning, eks. Langø ved Kragerø.

- 1) Eks. enkelte af de nordamerikanske leiesteder (spathjernsten med indtil ca. 3.5% organisk substans); sandsynligvis ogsaa flere af de svenske basiske malme, særlig, hvor disse er opblandede med grafit.
- 2) Se herom særlig en fremstilling af H. Tornøe „Om luften i søvandet“ (Den norske Nordhavs-expedition, „Chemi“).
- 3) Vandet er fuldstændig mættet med kvælstof, i overfladen ogsaa med surstof, paa dybet derimod er en forsvindende brøkdelen af surstoffmængden konsumeret (af organismer); i overfladen indeholder søvandet 35.31 % O af N+O, paa dybet, fra ca. 200 til ca. 3000 m., 32.50–32.89 % O af N+O, altsaa næsten det samme.
- 4) Saltfrit vand opløser omkring en fjerdedel mere surstof end det vanlige søvand (med ca. 3.5 % salt).
- 5) 1 ton Fe_2O_3 svarer til en lagtykkelse ca. 0.20 m., med 70-procents malm.

efter ganske kort tids forløb paany vil blive mættet med surstof, erholdes stadig fornyede bundfald. Heraf fremgaar altsaa, at dersom kun karbonatopløsningen er tilstrækkelig stærk, behøver man ikke engang at regne med lange geologiske tidsrum for at forklare bundsætningen af oxyd (eller oxydhydrat), efter den skitserede process.

Under de oven udviklede, rent elementære forudsætninger finder de mest karakteristiske eiendommeligheder ved vore jernmalmforekomster en let og naturlig forklaring.

Først nogle ord om erts- eller metal-kombinationen:

De fleste bergarter indeholder i regelen noget, om end vistnok oftest temmelig lidet mangan; følgelig maatte i sin almindelighed de ved forvitring fremkomne karbonat- (eller bikarbonat-)opløsninger foruden jern, kalk og magnesia ogsaa føre noget mangan. Ved de paafølgende kemiske processer kommer manganet for en væsentlig del til at følge jernet, ligegyldig om udfældningen sker som karbonat eller oxyd; alt efter den indbyrdes tilfældige relation mellem jern- og manganmængderne i den oprindelige opløsning og [de øvrige lokale betingelser vil der følgelig resultere en mere eller mindre manganrig jernmalm, lokalt kanske endog en jernfri eller næsten jernfri manganmalm.

De øvrige tunge metaller, som kobber, zink, bly, nikkel, kobolt, antimon osv., indgaar kun rent sporadisk i de præexisterende bergarter, og da tilmed havsvandets normale gehalt paa disse elementer er rent ubetydelig, kommer vore jernmalmeier i det hele og store til at udmærke sig ved, at fremmede ertser næsten overalt mangler eller er tilstede i forsvindende mængde (om guld senere).

Ved jern- (og manganoxydul-)karbonaternes opoxydation, efter schema



genereres noget fri kulsyre, som tilføres det allerede paa forhaand kulsyreholdige vand, og som herved

a) modvirker bundsætning af allerede i opløsning eksisterende kalk- og magnesia-karbonat, og

b) fremkalder udfældning af kiselsyre, idet kulsyre dekomponerer forhaandenværende opløselige silikater.

Sidste post turde kræve et par oplysende bemærkninger: det nuværende havsvand indeholder altid noget kiselsyre¹⁾ (som opløseligt alkali- eller jordalkali-silikat), og man tør vel gaa ud fra, at havets kiselsyre-gehalt i alle fald ikke var lavere, men snarere adskillig høiere under de archæiske og cambriske perioder end nutildags. De i vand opløselige kiselsure salte spaltes, under udsondring af kiselsyre²⁾, af hvilkensomhelst fri syre, ogsaa af fri kulsyre³⁾.

Efter den ved afsætning af varme kilder, saltsooler osv. vundne erfaring opoxyderes *manganoxydulcarbonat* ikke med samme lethed som *jernsaltet*; det først udfældte jernoxyd (eller oxydhydrat) vil vistnok i sin almindelighed være opblandet med noget manganoxyd, en væsentlig del udsondres dog, som oxyd eller hyperoxyd, først paa et noget senere stadium, og en ikke ubetydelig rest vil kunne holde sig i længere tid som oxydulcarbonat, hvis der er tilstrækkelig meget kulsyre forhaanden, og først bundfældes som kulsurt salt, alene eller sammen med kulsur kalk og magnesia, naar kulsyren fordamper.

1) Herom nogle kvantitative analyser (sammenstillede efter *Roth's Chem. Geol.*)
1000 vægtsdele vand indeholder:

Kiselsyre	0,049-0,0172	0,0005-0,0211	0,0144	0,110	0,0018-0,0030	0,0032-0,0052	0,0032
Sum faste stoffe	35,04-33,34	5,79-7,72	33,11	40,55	27,96-36,67	39,76-36,70	32,07
	Atlantehavet	Østersøen	Hvide hav	Adriaterhavet	Indiske hav	Røde hav	Chinesiske hav

2) Under normal tryk og lav temperatur fremkommer paa denne maade gallert-artig kiselsyre; ved længere tids suspension i vand eller ved indvirkning af høiere tryk eller temp. kan dog resultere vandfri kiselsyre (efr. fremstilling af kvarts efter *Sénarmont's* metode).

3) At fri kulsyre spalter opløste kiselsure salte, er godtgjort ved laboratorieforsøg. — Den kulsyre, som virker til at holde karbonater af kalk, magnesia, jern osv. i opløst form, antages som bekendt at være kemisk bundet til karbonaterne, under dannelse af bikarbonater; kulsyre-molekylet er altsaa ikke frit og kan formentlig ikke, i alle fald ikke med fuld effektivitet, reagere paa de opløste kiselsure salte.

Den i opløsning oprindelig indgaaende fosforsyre-mængde¹⁾ maa nødvendigvis, i sin helhed eller for en meget væsentlig del, falde ud, — som fosforsurt jernoxyd, lerjord, kalk eller magnesia, — naar jernoxyd (eller oxydhydrat) blir suspenderet i vandet; forholdet blir i saa henseende nøiagtig som ved „anden-gruppes“ bundfald ved den vanlige kvalitative analyse: fosforsyren udskilles sammen med jernoxydhydratet. Alt eftersom den oprindelige opløsning indeholder mere eller mindre fosforsyre, vil der følgelig resultere en jernmalm med høi eller lav fosforsyre- eller apatitgehalt; da havsvandets iboende fosforsyre-mængde netop paa grund af jernoxydulkarbonatets opoxydation i sin helhed eller næsten i sin helhed vil blive udskilt, kommer jernmalmene i det hele og store til at udmærke sig ved relativ høi apatitrigdom.

Vi skal først ved en svite eksempler fra nutids kemiske *en gros*-processer, — afsætning ved varme kilder, saltsooler osv., — illustrere og verificere de nys omhandlede udfældninger og specielt rækkefølgen inden udfældningerne.

Naar opløsninger, som kun fører karbonater af jern og kalk (med magnesia), i kulsyreholdigt vand, træder ud i dagen, udfældes altid jernoxydet (eller hydroxydet) paa tidligere stadium end kalk- (og magnesia-)karbonatet²⁾; alt efter de kvantitative blandingsforholde vil det først erhholdte bundfald kunne

¹⁾ Det nuværende havsvand indeholder altid noget fosforsyre, — hvor meget fremgaar af følgende kvantitative analyser (efter *Roths Chem. Geol.*).

1000 vægtsdele vand indeholder:

Kalkfosfat	0.0156	0.0165	0.1049	0.0023-0.0046	0.0045	0.0025	0.0056
Sum faste stoffe	35.04	33.34	33.11	27.96-36.67	36.70	39.76	32.07
	Atlantehavet.	Hvide hav.	Indiske hav.	Røde hav.	Chinesiske hav.		

²⁾ Se herom talrige undersøgelser af *Bauck*, *Berzelius*, *Bischof*, *Fresenius*, *Kopp* og *Wiel*, *Roth* med mange flere; literatur-oversigt i *Bischofs Chem. Geol.* og *Roth Allg. & chem. Geol.*, B. I, 1879, specielt afsnittet „Absätze der Thermen und Quellen“.

bestaa af aldeles rent jernoxyd (med oxydhydrat) eller oxyd blandet med lidt mere eller lidt mindre kalkkarbonat; ved undersøgelser af *Fresenius* er endog bleven konstateret, hvor lang tid det under givne lokale betingelser tager, før den kulsure kalk begynder at afsætte sig.

Indeholder thermerne eller kilderne foruden kulsurt jern og kalk ogsaa noget *kiselsyre*, saa vil denne sidste blive udsondret i begyndelsen af bundfældningsprocessen og altsaa forurene jernoxydhydratet. Vedrørende dette for forstaaelsen af vore jernmalm-forekomster saa yderst vigtige moment skal vi indflette et par citater, hentede fra de talrige, samstemmige undersøgelser. — Ved studium af de forskjellige paa hinanden følgende „Sprudelstein“-afsætninger ved Carlsbad kunde *Berzelius* fastslaa, „dass die Kieselsäure sogleich mit dem ersten eisenreichen Absatz niederfällt und in den späteren kalkreichen und eisenarmen Absätzen fehlt“. Efter *Fresenius* indeholder ved Langenschwalbacher-Stahlbrunnen „die ersten Niederschläge, — hauptsächlich Eisenoxydhydrat, — Phosphor- und Kieselsäure, sie erscheinen daher anfangs weiss, dann wird der Niederschlag gelblich, zuletzt ockerfarbig, sobald nämlich nur noch Eisenoxydhydrat niederfällt“ (senere kulsur kalk). — Ved undersøgelse af den „Dornstein“, som afsætter sig paa graderverket ved den varme kilde Nauheim, har *Bromeis* og *Ewald*¹⁾ kunnet konstatere, „dass das Eisenoxyd zuerst ausgeschieden wird, dann die Kieselsäure, hierauf das Mangan²⁾ und zuletzt der kohlen-saure Kalk“. Vedrørende talrige andre eksempler henvises til *Bischofs* og *Roths* oversigtsarbejder over den chemiske geologi.

Eventuelt forhaandenværende fosforsyre gaar ogsaa over i de først udskilte bundfald; se herom de nys citerede undersøgelser af *Fresenius*, endvidere kan vi minde om, at *Berzelius* netop i de første afsætninger af Carlsbader-sprudelen fremhæver

1) Jahresber. d. Wetterauischen Gesellsch. f. d. ges. Naturk. 1848, side 77. Referat i *Bischofs* Geol. B. I, side 536 og B. III, side 44.

2) Mangangehalten er dog saa liden, at man ikke tør lægge stor vægt paa den bestemmelse, at manganet her skal være udskilt netop efter kiselsyren og før kalken.

„jernoxydhydrat og lerjordfosfat med spor af mangan“, — og Roth udleder som resultat af en række analoge undersøgelser, „dass die Phosphorsäure des Niederschlags an Eisenoxyd oder Thonerde gebunden ist, die Arsensäure an Eisenoxyd. In dem Maasse als sich die Niederschläge entfernter von der Quelle absetzen, nehmen Eisenoxyd, Kieselsäure, Phosphor- und Arsensäure ab, Kalk- (und Magnesia-)Karbonat nehmen zu“.

Og vedrørende mangan fremfører den samme forsker: „Im Gegensatz zu dem Eisen erfolgt der Niederschlag aus den natürlichen Lösungen des Manganoxydulkarbonates fast nur¹⁾ durch Entweichen der Kohlensäure. Sind in der Lösung beide Karbonate vorhanden, so fällt bei Zutritt der Luft das Eisen, und zwar als Oxydhydrat, früher nieder als die Oxydationsproducte des Manganoxyduls, wenn auch nicht absolut frei von ihnen. Sind ausserdem noch Kalk- und Magnesiakarbonat vorhanden, so fällt das Eisenoxydhydrat vor diesen Karbonaten, und mit den Karbonaten von Kalk und Magnesia fällt, bedingt durch das Entweichen der lösenden Kohlensäure, Manganoxydulkarbonat.“

De talrige analyser af „Sprudelstein“ og dermed analoge undersøringer ved varme kilder osv. godtgjør endelig ogsaa, at der ved siden af overveiende meget jern- (og mangan-)oxyd med kiseltsyre bundfældes, om end i mindre skala, forbindelser af Al_2O_3 , MgO , CaO , BaO osv.; spor af de sjeldnere tunge metaller kan ligeledes meget hyppig paavises.

Ogsaa paa bunnen af de store oceaner møder man undertiden eiendommelige „manganknoller“²⁾, som muligens danner en

¹⁾ Dette udtryk „fast nur“ synes mig dog vel stærkt; undersøgelser over manganholdige afsætninger godtgjør, at manganoxydulkarbonat i alle fald tildels direkte opoxyderes ved luftens surstof.

²⁾ Om disse foreligger allerede en temmelig omfattende litteratur, — af C. W. Gumbel, „Die am Grunde des Meeres vorkommenden Mangan-Knollen“ (fra Challenger-ekspeditionen, samlede paa dyb ca. 5000 m., mellem Japan og Sandwicherne; i Setz-Ber. d. bayer. Akad. d. Wissensch., 1878); J. Y. Buchanan (Manganconcretioner bl. a. fra Loch Tyne udenfor Skotland, Chem. News, B. 44, side 253); L. Dieulafoy (manganrige afsætninger fra diverse oceaner; Compt. rend. B. 96, side 718); G. Lindström „Analysen von Gesteinen und Tiefseeschlamm aus dem Eismeer, von der asiatischen Nordküste und Japan“ (Stockholm). 10*

analogi til vore jernmalm-leier. — Om sammensætningen oplyser et par analyser af *Gümbel* (fra 2740 favnes dyb, mellem Japan og Sandwicheerne) og *G. Lindstrøm* (fra 74—76° nordl. bredde og 78—80° østl. længde for Greenwich).

	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	CO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
(Gümbel)	27.46	23.60	16.03	10.21	0.92	0.047	0.023	17.82
Lindstrøm)	16.63	24.17	27.84	1.32	2.04		2.22	20.95

(I den sidste analyse Mn beregnet som Mn₂O₃)

Desuden lidt MgO, K₂O, Na₂O, TiO₂, Cl, SO₃ osv.; — i enkelte ogsaa paafaldende meget Cu, Ni og særlig Co.

I henhold til mikroskopisk undersøgelse udleder *Gümbel* den slutning, at organismer ikke har spillet nogen rolle ved dannelsen af disse knoller, — der gennemgaaende udmærker sig ved en forsvindende gehalt paa CaCO₃, — men at materialet skriver sig fra underhavs-kilder; knollerne skulde i saa fald være fremkomne ved nogenlunde samme slags kemiske processer som vore jernmalme.

Denne fortolkning er forøvrigt ikke tiltraadt hverken af *Dieulafait*, som forudsætter en mekanisk slam-afsats af manganrigt material, eller af *Buchanan*, som fremsætter en mere kompliceret process (reduktion af havsvandets sulfater ved organisk substans til sulfid, som skulde virke paa jern- og mangan-saltene (silikater?), hvorved udfældtes FeS og MnS; epoxydation af det sidste ved det i vandet opløste surstof).

Under nutids kemiske og fysiske betingelser „udkrystalliserer“, saavidt hidtil kjendt, aldrig CaCO₃ af havsvand, om end, at dømme efter de af *Usiglio*¹⁾ foretagne inddampningsforsøg med Middelhavsvand, kulsur kalk allerede begynder at udskille sig, naar havsvand koncentrerer til det halve volum.²⁾

¹⁾ Ann. Chim. Phys. Ser. 3. B. 27, aar 1849, side 104.

²⁾ Vedrørende kemisk udsondring af kulsur kalk og magnesia under tidligere geologiske perioder henvises til nogle bemærkninger i dette arbeide, side 65—67.

De chemiske aktioner, der fremgaar som umiddelbar konsekvens af jern- (og mangan-) oxydulkarbonaterens opoxydation, forklarer følgende:

At jernmalmen, endskjønt hyppig optrædende sammen med eller endog som indleining i kalksten (og dolomit), alligevel fortrinsvis ikke er opblandet med karbonater, men med silikater, hovedsagelig kvarts eller nogenlunde kiselsyrerige silikater, og

at bundsætningen af jernmalm-kalksten-serierne flersteds (som f.eks. ved vore nordlandske felter) indledes med udsondring af jernmalm (i Nordland næsten rene jernoxyd-kvartsskikt);

at jernmalmen næsten altid er manganholdig, — at man inden en af samme malmlinse (eks. Långban og Nordmarken) kan holde ud fra hinanden specielle skikt med stærkt vekslende forhold mellem jern- og mangan-mængderne¹⁾, — og endvidere,

at proportionen mellem mangan og jern gjennemgaaende er høiere hos de i umiddelbar nærhed af malmleierne saa hyppig optrædende kalkstene og dolomiter end hos selve jernmalmen²⁾ (idet jernet næsten i sin helhed blev udfældt som oxyd,

1) Næmlig ved det foreliggende eksempel et skikt af manganfattig jernglans og et andet af jernfattig hausmannit-malm, rig paa karbonat.

2) At saa virkelig er tilfælde, kan let konstateres.

Vore vanlige jernmalme fører ca. 40—60 % Fe og 0.5 til sjelden over 4—5 % Mn, altsaa i middel 1 del Mn: 10—100 dele Fe.

Kalkstenene og dolomiterne fra vore malmfelter er i regelen fattige baade paa MnO og FeO, dog er MnO-gehalten i det hele og store ikke forsvindende liden i forhold til FeO-mængden. De talrige i *Santesson's* oftere citerede afhandling publicerede analyser af kalksten og dolomit viser saaledes følgende procent $MnCO_3$ og $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ (lerjord veiet sammen med jernoxyd).

Inden de angivne procent-grænser falder antal analyser:

%	0.00— 0.25	0.26— 0.50	0.51— 0.75	0.76— 1.00	1—2	2—3	3—4	4—6	6—12
$MnCO_3$	22	11	4	5	2	1	1	1	1
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$.	4	4	5	3	20	4	1	2	3

Og proportionen $MnCO_3:Fe_2O_3+Al_2O_3$ anskueliggjøres ved følgende oversigt:

medens manganet fortrinsvis forblev i opløsning, indtil kulsyren for dunstede).

Endelig, at de hidhørende jernmalme i det hele og store karakteriseres ved noget høiere fosforsyre- eller apatit-gehalt end de omgivende skifere og kalkstene, — og at endog enkelte forekomster udmærker sig ved usædvanlig høi apatit-rigdom¹⁾.

De slagdannende bestanddele i de her omhandlede jernmalme forekomster betegnes i det hele og store ved middels lav eller ofte endog paafaldende lav Al_2O_3 -gehalt¹⁾, omvendt hyppig ved forholdsvis høi CaO- og kanske end mere ved høi MgO-procent, endelig ved forsvindende lidet alkali. Dette kan fortolkes derved, at de bassiner, hvori jernmalmen dannedes, netop paa grund af tilførselen af kulsyre-opløsningerne indeholdt forholdsvis betydelig mere CaO og MgO end Al_2O_3 og alkali; ved de kemiske processer, hvorved jernoxydet og kiselisyren udskiltes, blev, — som ved de analoge „Absätze“ ved varme kilder osv., — en del af de i rigeligst mængde i opløsning forhaandenværende baser, under en eller anden form, medrevne. — Og at det bundfald af kiselisyre med lerjord, kalk, magnesia osv., som ledsagede jern-

5 analyser falder inden grænserne $MnCO_3 : Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 1:100$ og $1:20$;
7 mellem $1:20$ og $1:10$; 2 mellem $1:10$ og $1:5$; 12 mellem $1:5$ og $1:2$;
12 mellem $1:2$ og $1:1$; 1 mellem $1:1$ og $1:0.5$; 4 mellem $1:0.5$ og $1:0.2$;
1 mellem $1:0.2$ og $1:0.1$.

De to tidligere i dette arbeide meddelte analyser af kalksten og marmor fra Salten viser 1 del MnO til ca. 1.5 og 2 dele FeO.

Det vil erindres, at lyserød, MnO-rig kalkspath hyppig antræffes i og ved vore jerngruber (eks. Arendal, Dannemora, Norberg osv.).

I henhold til ovenstaaende falder proportionen mellem mangan- og jerngehalten i jernmalmen paa den ene side og i den tilgrænsende kalksten og dolomit i middel inden grænserne:

Hos jernmalmen 1 del Mn:10—100 dele Fe
Hos kalkstenen og dolomiten 1 del Mn:1—5 dele Fe

- 1) Opløsning, som af en eller anden grund er bleven exceptionelt rig paa fosforsyre, maa under jernoxyd-udsøndringen afgive sin totale fosforsyre-gehalt. — At omvendt nogle malmeleier næsten er fri for apatit, kan ganske enkelt skyldes, at opløsningen i givet fald var yderst fattig paa fosforsyre.
- 2) Masovnesslagger fra skandinaviske jernværk holder i regelen ca. $4-8\%$ Al_2O_3 ; de i yngre formationer indgaaende jernmalme derimod giver slag med hyppig ikke mindre end $12-20\%$ Al_2O_3 (tildels grundet lerslam i afsætningerne). Omvendt fører vore malme oftest meget mere MgO end de udeandske.

oxyd-sedimentet, ved senere indtraadt metamorfose fortrinsvis gav anledning til netop den gruppe silikater, der særlig karakteriserer den krystallinske „urkalksten“, kan forklares derved, at silikaterne i begge fald gennemgik samme udsondrings- og omvandlingsprocesser.

Som tidligere fremhævet, er det blandt de sjældnere „ædle“ elementer specielt et, nemlig *guld*, som paafaldende hyppig indgaar i jernmalmen, undertiden endog i den mængde, at malmen brydes paa guld. Forklaringen paa dette tilsyneladende kuriosum synes at ligge snublende nær: I det nuværende havsvand er som bekjendt baade sølv og guld bleven konstateret¹⁾; sandsynligvis forefindes ogsaa lidt kviksølv, platina osv., og der kan vel ikke være nogen tvivl om, at de forskellige metaller ogsaa indgik, i yderst ringe mængde, i de archæiske og cambriske havsvande. Jernoxydulkarbonatet vil, naar det tilføres bassinerne ikke udøve nogen speciel reaktion paa saltene af sølv, kviksølv, platina osv., derimod vil netop guldsaltet, — guldchloridet, — blive reduceret²⁾. Det fint udskilte metalliske guldstøv vil blive omsluttet af det paa grund af surstoffets indvirkning samtidig udfældte jernoxyd (eller oxydhydrat) og derved rives med tilbunds³⁾; paa veien vil forskellige fine partikler gediøgent guld nu og da kunne træffe sammen, og der vil leilighedsvis kunne resultere for øiet synbare guldkorn.

At havsvandets guldgehalt faktisk nutildags er saavidt be-

1) Se tidligere undersøgelser af *Durocher* og *Malagutti*, *Forchhammer*, *Field*, *Bleekrode*, for gulddets vedkommende *Sonstadt* og *MunkteU*. Efter bestemmelse af *Durocher* og *Malagutti* holder 1m³ havsvand 10 mgr. sølv (paa gammel skibskobberhud, som i lang tid har været i sjøen, blir udfældt noget sølv; guld er derimod, saavidt vides, ikke konstateret paa denne vis, hvoraf sluttes, at havets guldgehalt er adskillig lavere end sølvgehalten).

2) Enten man bruger jernoxydulets karbonat eller, som nu i praxis, dets sulfat, kommer ud paa det samme.

3) Aldeles analog fremgangsmaade anvendes som bekjendt nu i praxis ved ekstraktion og paafølgende fældning af fattig guldmalm; til reduktion anvendes jernvitriol, til opsamling af det yderst fint fordelte guld tilsættes f.eks. et blysalt, hvorved udfældes blyulfat, der lidt efter lidt synker tilbunds. Se herom f.eks. en fremstilling af *H. MunkteU* „Guldextraktion med klor-kalk vid Fahlun enligt *H. MunkteUs* patent,“ *Jernkontorets Annaler*, 1887.

tydelig, at den oven skitserede process kan have gaaet for sig, er leilighedsvis bleven fastslaaet ved nogle forøvrigt tidligere ikke publicerede undersøgelser af ingeniør *H. Munkteit*: En hel del fustager blev fyldt med atlantehavsvand (ved Solvig udenfor Bergen), hvortil først tilsattes jernvitriol og senere brændt marmormelk; i det fremkomne bundfald, hvor kalken mekanisk maatte tage med sig eventuelt udskilt metal, kunde guld med sikkerhed paavises.

Hidtil har vi næsten udelukkende omhandlet de generelle fælles-kriterier, der kan ansees for karakteriserende alle de talrige og hyppig fra hinanden temmelig stærkt divergerende archæiske og cambriske jernmalm-leier; tilslut skal vi forsøge, om vi ved vor hypotese ogsaa kan forklare distinktionerne mellem de mest udprægede typer, hvortil forekomsterne samler sig.

De mellem-svenske malme har man, hovedsagelig efter „slaggens“ beskaffenhed, inddelt i „torrstener“, — „quickstener“ og „enbart gående“, — „blandstener“ — og „manganmalme“¹⁾; „torrstenerne“ fører overveiende meget kvarts, den næste gruppe karakteriseres ved mere basisk slag, „blandstenerne“ ved end mere, og „manganmalmerne“ er fortrinsvis opblandede med karbonater; — „torrstenerne“ holder kun ganske lidet mangan, ved de følgende grupper stiger manganhalten, vistnok med temmelig stærk uregelmæssighed, indtil der resulterer en „manganmalm“ (∴ en jernmalm med relativt betydelig manganprocent, dog sjelden over 10 % MnO); — omvendt betegnes i det hele og store „torrstenerne“ ved temmelig høi fosforgehalt, medens „blandstenerne“ og „manganmalmerne“ næsten er fri for apatit²⁾.

1) Vedrørende en mere detaljeret inddeling i typer samt typernes afhængighed af de tilgrænsende skifere henvises til *Santesson's* afh.; se ogsaa side 131 i dette arbejde.

2) Som videre differencer kan opføres, at jo mere basisk malmen er, des høiere pleier ogsaa svovlgehalten at være (herfra dog saa talrige undtagelser, at dette moment neppe tør tillægges nærværdig theoretisk betydning); endvidere fører „torrstenerne“ fortrinsvis *jernglans*, de modsatte yderled derimod fortrinsvis *magnetit* (se side 121—122 og 141—142).

Som allerede tildels berørt, karakteriseres ogsaa de norske jernmalm-leier, saavel i distriktet Arendal—Kragere som i Nordland, i det hele ved netop de samme kemisk-mineralogiske eiendommeligheder; vi tør derfor gaa ud fra, at kombinationerne lav mangangehalt i malmen, opblanding hovedsagelig med kvarts eller kiselsyrerige silikater, høi apatitrigdom,

og omvendt

høi mangangehalt, opblanding med karbonater og basiske silikater, forsvindende lidet apatit,

ikke kan være rent tilfældige, men at de maa bero paa enkle kemiske principer.

Som tidligere paa theoretisk-kemisk grundvold udviklet, ligesom ogsaa verificeret ved analogier fra „Absätze“ ved varmekilder osv., maa i sin almindelighed en ikke uvæsentlig del af den forhaandenværende kiselsyremængde straks indgaa i det ved opoxydation af jernoxydulkarbonatet producerede jernoxyd; manganet derimod vil næsten i sin helhed kunne holde sig i opløst stand, som bikarbonat, — der kan altsaa, selv af en manganrig opløsning, resultere en kiselsyrerig og omvendt manganfattig jernmalm¹⁾ („torrsten“).

At omvendt de stærkt manganrige jernmalme gennemgaaende er opblandede med betydelige mængder karbonat, særlig kalkspath, samt basiske silikater, synes ligeledes at maatte staa i forbindelse med, at manganoxydulkarbonatet paa langt nær ikke i samme udstrækning som det tilsvarende jernsalt op-

1) „Moderluden“ vil antagelig, alt efter de lokale omstændigheder (kulsyre- og surstof-gehalt, osv.), kunne give anledning til udsondring af kalksten eller dolomit med relativt lidet FeO og meget MnO (se side 149—150): eks. de nordlandske felter; — eller der vil paa et mellemtrin, efterat jernet for den væsentligste del er udskilt, kunne resultere en speciel bundfældning af manganoxyd (eller hyperoxyd), ledsaget af kulsur kalk med noget magnesia (baade ved Långban- og Nordmarks-gruberne, nær Filipstad, kan man holde ud fra hinanden to specielle malmskikt, det ene bestaaende af næsten manganfri jernglans-malm med høi kiselsyregehalt, det andet derimod af jernfattig manganmalm, nemlig hausmannit, rhodonit osv. opblandet med MnO-førende kalkspath; desværre kan dog ikke ved profil afgjøres, hvilket skikt er ældst og hvilket yngst). — Er „moderluden“ fattig paa karbonater, eller indtræder der, f.eks. ved fornyet stoftilførsel, fuldstændig forandring i de lokale betingelser, behøver karbonaterne ikke at komme til afsætning.

oxyderes ved surstof, men at det først for alvor udskiller sig ved kulsyrens forundstning. Under sidstnævnte betingelser vil der fremkomme en bundsætning af jern- (og mangan-)oxyd ledsaget af mangan- og kalk- (magnesia-)karbonater¹⁾; ved sedimentationsprocessen vil kun udvikles forholdsvis lidet fri kulsyre, følgelig blir kun udskilt en mindre mængde kiseltsyre.

De forøvrigt meget faatallige forekomster²⁾, som udmærker sig ved nogenlunde betydelig gehalt paa grafit eller bituminøs substans, karakteriseres ogsaa bestandig derved, at malmen er middels rig paa mangan, og at den er opblandet med rigelig karbonat samt basisk silikat; dette beror sandsynligvis derpaa, at den organiske substans modarbejdede surstoffets oxyderende indvirkning paa oxydulkarbonaterne, afsætning i større skala kunde altsaa først indtræde ved forundstning af kulsyren, og som i sidstnævnte fald resulterede en manganrig og basisk jernmalm.

De kvartsrige og manganfattige jernmalme optræder i de archæiske og cambriske skifere meget hyppigere end de basiske og manganrige³⁾; aarsagen hertil maa søges i, at den sedimentationsprocess, hvorunder ved surstoffets indvirkning fremgik Fe_2O_3 og SiO_2 , med lidet Mn, maa ansees som den normale.

At de basiske og manganrige jernmalme fortrinsvis karakteriseres ved *magnetit*, de sure og manganfattige derimod fortrinsvis ved *jernglans*, kan muligens afhænge deraf, at metallerne i sidste fald i sin helhed udsondredes som oxyder, medens der i første fald ved siden af oxyd ogsaa bundfældtes noget mangan-(og jern?)-oxydulkarbonat; ved senere indtraadt metamorfose fremkom af de første slags udfældninger en ren oxyd-malm, af de sidste derimod oxydoxydul med oxyd. (Denne sidste rent

1) Til sammenligning indskydes, at de yngre formationers primære spathjernstenforekomster, — i modsætning til de tilsvarende afeininger af rød- og brunjernsten, — karakteriseres ved nogenlunde høi mangangehalt; dette beror sandsynligvis paa, at manganet ved den oxydationsprocess, hvoraf de sidstnævnte leiesteder resulterede, for den væsentligste del, som ved dannelsen af vor „torrsten“, forblev i opløsning.

2) I Sverrig med typus Kolningberg- og Vikerfelterne, se side 141.

3) Ligeledes forefindes vistnok i de yngre formationer primært dannet rød- og brunjernsten hyppigere end primær spathjernsten.

hypothetiske forklaring har jeg ikke villet undlade at medtage, om jeg end ikke tillægger den nævneværdig betydning).

Erfaring fra de forskjellige slags afsætninger ved varme kilder osv. lærer os, at fosforsyren for den væsentligste del falder ud i det første, kiselsyrerige jernoxyd-bundfald; dette synes at kunne give en forklaring paa den eiendommelige kjendsgjærning, at det særlig er „torrsten“-malmene, som i det hele og store udmærker sig ved de middels høie fosforgehalter¹⁾.

At kalksten (og dolomit) mangler ved en hel del af vore malmforekomster, kan dels bero derpaa, at opløsningerne leilighedsvis var forholdsvis fattige paa kalk- eller magnesiakarbonat, og dels derpaa, at der under eller umiddelbart efter bundfældningen af jernmalmen indtraadte meget væsentlige forandringer i de lokale betingelser (f.eks. ved hævning, sænkning, tilførsel af diverse slags opløsninger osv.). Herved forklares ogsaa den hyppige veksellagring mellem kalksten og jernmalm, begge i skarpt begrænsede skikt.

Den oven udviklede overmaade enkle hypothese, som kun bestaar i en kombination af elementære og vel kjendte kemiske aktioner, og som tilmed er bygget paa talrige analogier fra naturens nutids kemiske *en-gros*-processer, synes at levere en fyldestgjørende forklaring paa alle de mest fremtrædende fællesegenskaber, som betegner totaliteten af de indbyrdes ofte stærkt afvigende magnetit- og jernglans-leier, hjemmehørende i den cambriske og i den øvre del af den archæiske formation; endvidere forklares de vigtigste distinktioner mellem de forskjellige typer, hvortil forekomsterne samler sig.

Paa grundlag af i princippet samme kemiske processer²⁾,

1) Den exceptionelt høie apatitrigdom f.eks. ved Grängesberg, Nissedal og Ulefos maa formentlig fortolkes derved, at sedimentations-bassinnet af en eller anden grund tilførtes usædvanlig meget fosforsyre.

2) I modsætning hertil forklarer *Irving* de analoge amerikanske malmleier som dannede ved flere indbyrdes stærkt differente processer; han slutter sit arbejde med at fremholde, at „nature's methods are multiple and complex, similar results proceeding from very different causes“; afleiningen, som optræder paa samme vis, og som tilmed er forbundne med hinanden ved successive overgange, maa dog være dannede under temmelig ens kemiske og fysiske betingelser.

men under forudsætning af de tilfældigt vekslende kvantitative blandingsforholde, — mellem de i opløsning indgaaende jernoxydul-, manganoxydul-, kalk- og magnesia-karbonaterne indbyrdes og mellem disse karbonater paa den ene side og paa den anden den forhaandenværende surstof- og kulsyre-mængde, den vekslende fosforsyregehalt, eventuelt tilstedeværende organisk substans, mekanisk medrevet slam osv., — synes man med al ønskelig præcision at kunne udlede de resulterende afleininger, nemlig de mange forskjelligartede malme, hyppig ledsagede af kalksten (eller dolomit).

Det er mit haab, at den foreliggende hypothese kan give stødet til diskussion, frugtbringende for vort endnu saa stærkt begrænsede kjendskab til de betingelser, hvorunder de archæiske og cambriske skiktrækker dannedes.

Om dannelsen af de i vore regionalmetamorfoserede siluriske (og cambriske?) skifere hjemmehørende kisforekomster, med typus Langvand—Røros—Foldal—Varaldsøen—Vigsnæs osv.

De i dette arbeide tidligere beskrevne nordlandske kisforekomster, — Langvand (Sulitjelma), Bosmo og Svalengen, — er, som allerede tildels fremholdt, nøiagtig at parallellisere med de i det sydlige Norge i skifer hjemmehørende kisfelter (Røros, Foldal osv.); for at faa et fyldigt indblik i forekomsternes geologi maa vi følgelig behandle dem alle under et¹⁾, om vi end her

¹⁾ I aarenes løb har jeg havt anledning til at foretage temmelig detaljerede studier ved en række af de hidhørende kisforekomster og har allerede publiceret nogle beskrivelser, om kisforekomsterne paa Varaldsøen, i Foldalen og i Jemteland—Herjedalen; gjentagne gange, senest sommeren 1890 (efterat Sulitjelma-beskrivelsen næsten var færdig trykt) har jeg opholdt mig i længere tid paa geologiske undersøgelser i distriktet Os—Røros—Holtaalen—Støren, og de fleste af de vigtigste øvrige kisfelter har jeg i alle fald aflagt et mere eller mindre foreløbigt besøg (forekomsterne i Meraker, Ørkedalen og Søndfjord kjender jeg dog kun efter beskrivelser og mundtlige beretninger af fagmænd). — I det følgende maa jeg for en ikke uvæsentlig del henholde mig til mine egne endnu ikke publicerede observationer.

fortrinsvis skal have blikket fæstet ved det vigtigste nordlandske felt, nemlig Sulitjelma.

Vedrørende tidligere beskrivelser af vore kisforekomster og de forskellige opfatninger om kisens dannelse, — navnlig ved *Hausmann*¹⁾, *Hisinger*²⁾, *Vargas Bedemar*³⁾, *H. C. Strøm*⁴⁾, *J. Esmark*⁵⁾, *M. W. Sinding*⁶⁾, *B. M. Keilhau*⁷⁾, *Durocher*⁸⁾, *Dychanoy*⁹⁾, *H. Hansteen*¹⁰⁾, *Th. Kjerulf*¹¹⁾, *A. Helland*¹²⁾, *J. P. Friis*¹³⁾, *O. Olsen*¹⁴⁾, *O. N. Hagen*¹⁵⁾, *E. Knutsen*¹⁶⁾, *H. H. Reusch*¹⁷⁾ og mig¹⁸⁾, — henvises til en kortfattet oversigt i mit

- 1) Reise durch Skandinavien. 1806—1807 Theil V.
- 2) Anteckningar i Physik och Geognosi under resor uti Sverrige og Norrige. 1819. II. (sidste afsnit).
- 3) Reise nach dem hohen Norden. 1819.
- 4) Geognostiske Bemærkninger om Værkerne i det nordenfjeldske Bergværksdistrikt. Mag. f. naturv. B. 5, 1825.
- 5) Reise fra Kristiania til Trondhjem. 1829.
- 6) Bergmesterindberetninger (manuskript).
- 7) Manuskript (se Hansteens afl., 1859, side 266—267).
- 8) Les gîtes métallifères de la Suède, Norvège et Finlande. Annales des mines. Serie IV, t. XV. 1849.
- 9) Gisement et traitement des minerais de cuivre en Norvège. Annales des mines. Serie V, t. V. 1854.
- 10) Om Storvarts grubes ertsleies udstrækning i felt. Nyt mag. f. naturv. B. 10, 1859.
- 11) Stratifikationens spor. Univ. festschrift, 1877, særlig side 26—38. — Udsigt over det sydlige Norges geologi, særlig 231—258, — samt navnlig følgende arbejder i Nyt mag. f. naturv.:
Om Trondhjems stifts geologi. B. 18, 1871, og B. 21, 1876. — Prægtstuffer med brækeistruktur fra Muggruben og Storvarts, B. 27, 1883. — Prægtstuffer fra Storvarts og Grimelien, B. 29, 1885.
- 12) Ertsforekomster i Søndhordland. Nyt mag. f. naturv. B. 18, 1871. — Forekomsten af kise i visse skifere i Norge. Univ. program 1873. (Resumé i Polyteknisk tidskrift, 1873).
- 13) Om kisforekomsten ved Røros. Nyt mag. f. naturv. B. 22, 1877. — Iagttagelser om Storvarts grubes ertsgang. Nyt mag. f. naturv. B. 31, 1889.
- 14) Om Storvarts grube. Nyt mag. f. naturv. B. 27, 1883.
- 15) Stavenæssets Halvs (Grimelien). Nyt mag. f. naturv. B. 27, 1883.
- 16) Nogle bemærkninger om ertsforekomsten ved Vignæs grube. Nyt mag. f. naturv. B. 29, 1885.
- 17) Fjeldbygningen ved Viknes kobbergrube paa Karmøen. Nyt mag. f. naturv. B. 28, 1884. — Bømmelsen og Karmøen, 1888.
- 18) Malmforekomster i Jemtland och Herjedalen. (Sverriges geol. unders., Ser. C, no. 89; 1887). — Valdalsøens kisleit, — og Foldalens kisleit (Norske ertsforekomster, no. VI og no. VII, 1887 og 1889).

arbejde „Foldalens kislelt“¹⁾ (side 31—43); her skal kun rekapituleres, at paa den ene side flere af vore ældre bergmænd samt norske og udenlandske geologer i den første halvdel af aarhundredet, nemlig særlig *Strøm*, desuden ogsaa *Sinding*, *Esmark*, *Keilhau*, *I. C. Hørbye* og *Vargas Bedemar*, *Hausmann*, *Hisinger* med flere betragtede forekomsterne som „leier“, der efter *Strøms* fremstilling „saavel relativt til hinanden som til fjergarten (o: de begrænsende skifer) maa ansees at være af enstidig oprindelse“; denne opfatning er senere med styrke bleven hævdet af *A. Helland*, som forøvrigt gik videre og formodede, at samtlige forekomster sandsynligvis skulde være af fælles geologisk alder (tilhørende en „pyritformation“).

Paa den anden side fremsatte de to franske forskere, *Durocher* og *Dychanoy*, den tolkning, at kisen skulde være senere indtrængt i skiferne, — og *Th. Kjerulf* har gjentagende fremholdt, at vore kisleforekomster, som „knyttede“ til en bestemt eruptiv, nemlig saussuritgabbro, selv maatte være af eruptiv natur, og at særlig kisen maatte være indstukken i aabne, ved forskyvning eller presning daannede rum i skiferen; til *Kjerulf* har i dette meget omtvistede spørgsmaal sluttet sig en flerhed af vore bergmænd og geologer, *T. Dahll*, *I. P. Friis*, *T. Hiortdahl*, *E. Knutsen*, *O. Olsen* med flere, tildels ogsaa *H. H. Reusch*²⁾.

Selv er jeg allerede tidligere kommet til det resultat³⁾, at forekomsterne er sedimentære, — afsatte i vand, — og at „tilknytningen“ til saussuritgabbroen maa forklares derved, at denne sidste dannedes, ad eruptiv vei, samtidig med sedimentationen af skiferne; under og efter eruptionerne „emanerede“ de forskjellige metalforbindelser og tilførtes det bassin, hvori forekomsterne afsattes. Denne sidste theoretiske konklusion er bleven bestyrket ved mine senere undersøgelser.

¹⁾ Se ogsaa *Hellands* univ. program side 70 og fig., *Kjerulfs* Udsigt side 234.

²⁾ *Nyt mag. f. naturv.* B. 28, side 100—102. — „Bømmelsen og Karmøen“ side 218 og fig., 332, 366—368.

³⁾ Se „Varaldsøens kislelt“, side 50—52 og „Foldalens kislelt“, side 31—43.

Vi skal ogsaa her begynde med en oversigt over de i gene-tisk henseende vigtigste momenter:

Kisen følger, i henhold til tidligere beskrivelser af *Strøm, Hørbye, Hansteen, Helland* med flere, og saavidt min egen erfaring rækker, altid efter skikterne; overskjæringer finder ikke sted, naar undtages aldeles uvæsentlige spring, som med lethed kan forklares ved presning og ituknækning af allerede eksisterende skikt. — Selve kisen er hyppig typisk veksellagret.

Inden hvert enkelt felt optræder ofte en hel del forekomster paa samme eller omtrent samme stratigrafiske niveau, i sin almindelighed tilhører dog leiestederne ikke nogen bestemt hori-zont, men er spredt over en række forskellige trin inden de regionalmetamorfoserede, siluriske (og cambriske?) skifergrupper.

Forekomsterne hører overalt hjemme i utvivlsomt sedimen-tære bergarter, men optræder alligevel aldeles paafaldende hyppig i umiddelbar nærhed af en bestemt massiv, saussuritgabbro, der efter al sandsynlighed er af eruptiv oprindelse, med udbrud sam-tidig med afsætning af skiferne.

I mineralogisk henseende karakteriseres forekomsterne ved *sulfider* af *jern, kobber, zink*, undertiden ogsaa *bly*; desuden ind-gaar lidt *nikkel, kobolt*, spor af *sølv, guld* osv., medens omvendt *mangan* mangler eller i alle fald er tilstede i forsvindende mængde; som mineralogisk sjældenhed *arsenikkis, molybdænglans* (sekundær-dannet gediegent *kobber* paa spalter); *magnetit* fore-findes hist og her, oftest i forsvindende mængde, dog under-tiden i lidt større kvantitet¹⁾. — Kiserne er fornemmelig op-blandede med netop de samme mineraler, som bygger de om-

¹⁾ Eks. Ljusnedalsgruberne i Herjedalen, lidt øst for rigsgrænsen (ret øst for Røros); se min beskrivelse (l. c.). — *Helland* anser (Univ. program, side 87) magnetiten ved nogle af ham undersøgte kiskeforekomster (*Jernsmauet* og et par andre gruber i Søndhordland; *Grønskar, Kjæli* og *Guldal* i Trondhjems-feltet) som sekundær-dannelse (nær dagen) af kisen; enkelte led i hans egen beskrivelse (se særlig profil over *Grønskar* grube, side 28) viser dog, at saa neppe kan være tilfælde, — og ved Ljusnedalsgruberne iagttages magnetit og diverse kise, opblandede med kvarts, epidot osv., i regelmæssig veksel-lagring, udvisende, at magnetiten er primær (ved sekundær omsætning kan erfaringsmæssig ikke enkelte regelmæssige kiskikt blive staaende urørt tilbage).

givende skifere (kvarts, hornblende, biotit, granat, epidot, zoisit, titanit, clorit, kalkspath m. m., undertiden ogsaa lidt organisk substans¹⁾).

Forholdene ved Langvand (Sulitjelma) er i geologisk henseende kanske mere instruktive end ved noget af det sydlige Norges kisfelter; særlig fremgaar her evident, at kisforekomsterne, — mere eller mindre kompakte kismasser, indbyrdes forbundne ved kisserængte skifere, — optræder konformt med skikterne. Man kunde endog her fristes til at tale om et „kisflöt“, af betydelige flade-dimensioner, — det udgaaende paa nordsiden af vandet fulgt i ca. 6—8 og paa sydsiden i ca. 5—6 km.'s længde, den borteroderede luftsaddel af areal ca. 20—30 kvadratkm.²⁾, — og man kunde sammenligne Langvand-forekomsten med den bekjendte permiske „Kupferschiefer“³⁾; der er dog den meget væsentlige forskjel, at kisene ved den sidste slags ertsgruppe er nogenlunde jævnt og regelmæssig fordelt over den hele flade, medens vi³ ved Langvand-feltet møder en række isolerede linser, forbundne ved fattige „falbaand“. — Paa de forskjellige trin inden den kisførende skiferzone (af mægtighed neppe over 30—60 m.) foreligger flere i mineralogisk henseende differente kistyper, nemlig dels vanlig kismalm (kobberholdig svovlkis, „blødmalm“) og dels kvarts-kobberkis-malm med overveiende meget kvarts og omtrent fri for svovlkis („haardmalm“); af den næsten samtidige optræden udleder vi den slutning, at de forskjellige slags kobbermalme maa være dannede under nogenlunde ens betingelser, kun med visse forholdsvis underordnede chemisk-fysiske modifikationer.

I det sydlige Norge er det vel navnlig de Søndhordland'ske felter, med typus Varaldsøen, som udmærker sig ved, at en

1) Se herom *Kjerulfs* bemærkninger om „Selbukis“; ifølge *Hellands* univ. program holder kis fra Nysøter paa Stordøen 2.6% og fra Løxdalen 1.90% kul eller organisk bestanddel. — Videre eks. kis fra Skjellevik, Tysnæsøen og fra Valaheien grube paa Varaldsøen.

2) Den oprindelige kishorizont her maa selvfølgelig have været adskillig større.

3) Ved f.eks. Mansfeld, Eisleben osv.

række kisforekomster følger efter hinanden paa nøiagtig samme niveau eller fordelt paa flere separate fælles-niveauer; forholdene er dog her hverken saa storslagne eller saa iøinefaldende som ved Langvaud.

Ved en lang række af vore leiesteder, — foruden de nordlandske ogsaa de talrige gruber i Foldalen, Os, rundt omkring Røros, i Aalen, Holtaalen, Singsaas, flere forekomster i Leksdaalen, Selbu, Ytterøen, Varaldsøen, Tysnæs, Bømmeløen osv., — har jeg særlig havt opmærksomheden fæstet ved relationen mellem kisen og de omgivende skifere; mine undersøgelser bestyrker paa det mest bestemte det ved saa mange tidligere forskere, — særlig *Strøm*, *Sinding*, *Esmark*, *Hørbye*, *Hansteen*, *Helland* med flere, — vundne resultat, at kisen følger lagene, og at overskjæringer, naar undtages aldeles uvæsentlige presningsfenomener, aldrig foreligger. En flerhed af de ved enkelte ældre undersøgere fremholdte eksempler paa „gangformig optræden, tvert gennem skikterne“ beror, efter hvad jeg selv har havt anledning til at overbevise mig om, paa unøiagtige eller misforstaaede observationer¹⁾.

¹⁾ Eksempelvis kan nævnes: Ved Ulrichsdal eller Sjøla grube skjærer kismassen *ikke over* lagene (som i Nyt mag. B. 21, side 83—84 angivet), tvertom har man herfra et usædvanlig smukt eksempel paa, at kisen følger lagene og deltager i en temmelig skarp foldning (se „Foldalens kiskfelt“, fig. 11). — Forekomsten ved Kongens grube, Røros, repræsenteres ikke ved det i Nyt mag. B. 22, fig. 19 (og senere „Stratifikationens spor“, side 36) gjengivne schema; baade kisen og de milde skifere i det liggende er nemlig her stærkt sammenpressede, i S-formige bøjninger. — I Nyt mag. B. 29, side 370, er aftegnet et bergfæste fra Storvarts grube, hvor kisen gangformig skulde passere over lagene; for en del naar siden blev jeg ved besøg i gruben gjort opmærksom paa et bergfæste, saavidt vides det aftegnede, hvor kisen skulde optræde som gang; ved første blik fik jeg ogsaa dette indtryk, næiere undersøgelser godtgjorde dog misforstaaelsen. — Ved besøg i Yttersøens grube-felt har jeg ikke kunnet opdage overskjæringer, som i Nyt mag. B. 21, side 82 og 84 gjengivne. — *H. Reusch* (Bømmeløen og Karmaen, side 218—220 og 366—368) fremhæver særlig Høgaasen grube som eksempel paa overskjæring, men gjør dog samtidig opmærksom paa, at „iagttagelserne fra et enkelt sted som Høgaasen ikke maa tillægges afgørende betydning, saa meget mere som forholdene der i flere henseender er storegne“; „aarerne gaar mest parallelt med skiferfladerne, men kan dog ogsaa, det bør man lægge mærke til, skjære disse“; „lagningen er ikke altid let at erkjende; undertiden er den bølgende. Ikke alle stribervis anordnede forskjelligheder tør man dog tage for lag“; undersøgelsen vanskeliggjort ved utilgjængelige

At forekomsterne nu og da „gaffer“ eller „grener sig“¹⁾, kan ikke tolkes som argument for en „gangformig“ dannelse. Paa enkelte steder vil muligens en tilsyneladende „forgrening“ vise sig at bero paa en sammenskyvning eller foldningsforkastning, som f.eks. tilfældet er ved den tidligere saa meget omtalte „gren“ i det hængende for kisleiet ved Rammelsberg (Goslar ved Harz, se f.eks. *A. v. Groddeck*, „Die Lehre von den Lagerstätten der Erze“, fig. 64); i almindelighed er dog forholdet endnu enklere. De fleste saakaldte „gafflinger“ er nemlig kun fremkaldte derved, at der inde i kismassen lokalt er indleiet et eller flere skiferpartier, som paa givet punkt kiler sig ud²⁾; kisen vil i regelen fortsætte et stykke baade over og under skiferlinsen, den tidligere fælles grubedrift deler sig altsaa i en øvre og en nedre afdeling³⁾.

I det smaa, oftest kun i haandstykke-format, kan dog nu og da paavises, at kisen rent lokalt krydser over skikterne⁴⁾; disse forøvrigt efter min erfaring meget sjældne tilfælder⁵⁾ kan

og tilsmudsede vægge. Forekomsten kan efter dette ikke anvendes contra en sedimentations-theori. — Ved gjentagne, om end meget flygtige besøg ved Vignæs har jeg ikke faaet det indtryk, at kisen her, i de stærkt sammenpressede og udvalsedede skifere, skulde optræde paa anden maade end ellers.

- 1) Eksempel kan hentes fra Storstvarts (Røros), Lillefjeld (Meraker), Grimelien (Søndfjord) osv.
- 2) Forholdet illustreres ganske træffende ved en detailtegning af *Friis* i *Nyt mag. B. 22*, side 347; kun udlægges her kisens relation til skiferne paa anden maade end ovenfor. — Hvis ogsaa den øvre del af den mægtige kislense ved Furulund hovedgrube (se profil fig. 18) havde fortsat mod siderne, vilde ældre bergmænd have benyttet sig af udtrykket „gaffel“.
- 3) Ved den saa meget omskrevne „gaffel“ i Storstvarts grube fortsætter begge grene næsten ligelsbende i flere hundrede m.'s længde fra gafflingspunktet (den ene gren opfaret i ca. 400 og den anden i ca. 150—200 m.'s længde); afstanden mellem dem, altsaa mægtigheden af den indleiede skiferlinse, er oftest kun 5—10 m., neppe nogetsteds over 15 m.
- 4) Se herom særlig *Kjerulfs* „Stratifikationens spor“ og hans to afhandlinger i *Nyt mag. B. 27* og *29*. — Muggrube- (og Storstvarts-) malmen kan dog ikke, som i *Nyt mag. B. 27* fremstillet, opfattes som en brekiedannelse, med kisen som bindemiddel; tværtom danner kvartsen, glimmeren osv. udpræget linseformige indleininger i malmen, paa samme vis som i fortsættelsen af malmleiets plan, hvor kisen mod siderne kiler sig ud, og som i de tilstødende skifere i det hængende og liggende.
- 5) Ved Føldal, Varaldsøen, Sjøla, Bosmo, Oskar og Fredrik IV i Os, samt ved talrige andre gruber og skjærp har det, trods ivrig søgning, ikke lykket

dog overalt med største lethed forklares derved, at kisleiet ved senere indtraadt presning lokalt er bleven knust itu og endog undertiden tvunget ind i aabninger i de tilstødende skifere¹⁾.

Endelig er ogsaa af enkelte forskere bleven fremholdt, at den udprægede linse-, stok- eller „lineal“-form, som betegner en flerhed af vore kisforekomster²⁾, ikke skulde kunne være forenelig med en sedimentær oprindelse; heller ikke heri kan jeg dog være enig. — Et „lag“ eller „skikt“ kan i sin almindelighed ikke fuldt ud sammenlignes med et ark papir, som skal fortsætte næsten ubegrænset mod siderne, med nogenlunde jevn mægtighed; tværtom viser erfaring, at selv kullag kiler sig ud

mig at finde et eneste eksempel paa „overskjæring“, selv ikke i haandstykker; ved Røros og Langvand (se fig. 18, 19 og side 80) derimod har jeg observeret et par tilfælder.

- ¹⁾ For sammenlignings skyld kan henvises til en række tegninger, som illustrerer, hvorledes et lag ved foldning og itaknæsning kan komme til at optræde under form af brudstykker inde i et andet; eks.: Brudstykker af blaa-kvarts i kloritglimmerskifer (*Kjerulf*, *Nyt mag.* B. 18, side 22); af skifer i kalklag (*Kjerulf* og *Dahl*, *Nyt mag.* B. 11, Arendal, side 11; pl. I, profil ved Fredsø; forklaringen efter egne undersøgelser paa stedet); af sandblandet ler i sand og af hornblendeskifer i rødgneis (*Vogt*, *Krania Vidensk.-selsk.* forh. 1881, no. 8, fig. 3 og no. 9, fig. 1-3); se ogsaa *H. Bäckström* (Om „kvartskagelagren“ vid Gudå, Norge; *Geol. fören. förh.* B. 12, 1890).
- ²⁾ De mest udprægede eksempler kan hentes fra Muggruben og Storrarts ved Røros (detailleret grubekart over Storrarts i *O. Olsens* afh., *Nyt mag.* B. 27; om Muggruben se fig. 32 i denne afh.), hvor de hidtil ved grubedrift afbyggede partier viser følgende dimensioner:

	Opfaret i længde.	Opfaret i bredde.	Kisleiets mægtighed.
Storrarts . . .	ca. 1350 m.	150—350 m., oftest ca. 200 m.	} 0.5—3 m.
Muggruben . . .	ca. 1050 m.	100—150 m.	

Tildels er „lineal-naturen“ tidligere bleven noget overdrevet; baade i Storrarts og Muggruben arbejder man saaledes nu i grubernes midtre dele paa sidepartier, som ældre bergmænd havde ladet staa igjen eller ikke lagt mærke til, — og i flere geologiske beskrivelser har man fortrinvis eller udelukkende omhandlet de ved grubedrift afbyggede, forholdsvis]rige eller mægtige partier uden at tage hensyn til, at selve kisen fortsætter mod siderne, om end her med mindre mægtighed (sammenlign *Reusch's* beskrivelse af Varaldsø-gruben, i „Bømmeløen og Karmøen“, med min fremstilling af samme felt).

mod siderne, — dog de i vorer archaiske og regionalmetamorfoserede cambriske og siluriske skiktrækker optrædende skifere, kalkstene osv. her altid lentikulært (begrænsede) ved vore nordlandske karbonater (er endog linselignende temmelig fejnefaldende!).

Vistnok maa det indrømmes, at den lentikulære begrænsning i sin store almindelighed er mere fremtrædende ved vore kulføreminster end ved de normale bergartled, som bygger formationerne; samtidig maa dog ogsaa fremhæves, at dette kriterium deler kulføreminsterne i det hele og store taget med alle de øvrige i ældre skifere indgaaende sedimentære erts-afleininger, — altsaa fortrinsvis *chemiske* deposita, — saaledes f.eks. ogsaa vore jernmalm-føreminster (se forrige afsnit). Vedrørende det sidste behøver vi kun at henvise til hvilkensomhelst grubekart-publikation, f.eks. *B. Santessons* tidligere citerede arbejde over Ørebro-malmene; ogsaa jernmalmene²⁾ „drager sig i felt“ og kan hyppig med lige saa god grund som kulføreminsterne sammenlignes med stokke eller „linealer“.

Som totalresultat maa altsaa fremholdes, at der fra relationen mellem selve kulføreminsterne og de omgivende skifere overhovedet ikke kan hentes et eneste argument for en gangformig dannelse³⁾, — tværtimod, kisen optræder paa sediments vis.

*) Se dette arbejde, side 63. — Linselignende er i sin almindelighed af primær natur, om den vistnok oftere kan være bleven mere udpræget ved senere indtraadt sammenpresning eller udvælsning til isolerede klumper.

2) Vi skal kun medtage et enkelt eksempel, forøvrigt det mest udprægede, jeg kjender.

De tre malmstokke ved Taberg grube (nær Filipstad) viser, efter villig meddelelse af disponent *Jansson*, følgende dimensioner:

Opfaret i skraa-dybde.	Opfaret i bredde.	Mægtighed i de midtre dele.
400 m	40 m.	4 m.
400 "	25 "	10 "
400 "	43 "	7 "

(Side-stupning næsten lodret, felt-stupning ca. 48°).

3) Den væsentligste grund til, at *Th. Kjerulf* ansaa kisen for en yngre dannelse, var vel forøvrigt „tilknytningen“ til saussuritgabbroen; herom mere senere.

Heraf tør vistnok ikke uden nærmere udredning drages den slutning, at kisen ogsaa faktisk er et sediment, idet jo den midlighed staa aaben, at kisen, hvis den var senere „indstukket“ i skiferne, overalt kunde have banet sig vei langs lagfladerne — Erfaring fra vore „eruptive“ ertsgrupper, — f.eks. jernertser m. m. ved yngre granit og syenit, blyglans-zinkblende-forekomster ved diabasgange, de Thelemark-Sætersdal'ske Kobberertser, ved granit¹⁾, apatit og nikkelholdig magnetkis ved gabbro (olvingabbro og norit), osv. — godtgjør, at senere indtrængende ertser i de allerfleste fald, kanske endog i mindst 9 af 10 tilfælder, følger skikterne, hvor disse anstaa med *steile fald*; anderledes derimod ved *horizontal eller svævende lagstilling*; idet ertserne her, efter den vundne erfaring, i regelen eller i alle fald meget ofte skjærer sig tvert gennem skikterne²⁾, — lige gyldig om „nedenfra opad“ eller „ovenfra nedad“.

Af nys anførte grunde tør vi ikke tillægge konformitet mellem kislagen og skiferen, hvor faldet er *steilt*, nogen afgjørende bevismagt; heldigvis gives der dog ved vore kislager en lang række af tilfælder, hvor skiferen ligger i *svævende stilling*; ogsaa i disse fald følger kisen uden undtagelse efter lagfladerne. — Langvand-feltet afgiver det mest illustrerende eksempel, idet kisdraget paa hver sin side af vandet forløber parallel

III

¹⁾ Se „Norske ertsforekomster“, no I—III.

²⁾ Efter mit arbejde „Jernertser m. m. ved yngre granit og syenit“ (1884) kan herom citeres: „I regelen pleier disse ertser — (dannede ved pneumatolytiske processer og optrædende i siluriske skifere) — saavel i det store som i det smaa, at følge skiferens skiktning; forekomsterne faar derved meget ofte lighed med leier eller rettere med falbaand. . . . Ved de i umiddelbar nærhed af granitgrænsen værende gruber optræder ertser altid leieformig mellem skikterne, uanset disses stilling. . . . Naar man kommer længere bort fra grænsen, hersker derimod den regel, at gruberne altid gaar nogenlunde ret paa dybet; det vanlige er, at skiferen paa disse steder staa foldet under steile vinkler, og da følger ertsen slavisk efter skikterne, men hvor lagstillingen er flad eller svævende, gaar gruben (o: ertsen) alligevel omtrent ret paa dybet, skjærer altsaa skikterne under en vis vinkel.“ — Eks. F.g. 5 og 6, gruberne Paul og Nyberg: ved den sidste følger ertsen i ca. 130 m.'s længde samme skiferlag (steilt fald), og samme niveau ca. 270 m. borte paany impregneret med erts; analoge forholde ved blyglans-zinkblende-forekomsterne, se fig. 14. Omvendt eks. paa overskjæring ved flad skiktstilling, se fig. 7, 8, 10, 13 osv.

lelt med skikkerne i ikke mindre end resp. ca. 6—8 og ca. 5—6 kilom.'s længde; Muggrubens leie er opfaret i ca. 1050 m.'s længde, med midlere fald kun 3—6°, Storvarts i ca. 1350 m.'s længde, med fald ca. 5—6°; som videre eksempler kan nævnes Sextusgruben ved Røros (fald ca. 5—15°), Ytterøens grubefelt (fald 3—10°), Klinkenberg, Menna, Guldals-gruberne, Sjøla (hvor kisen deltager i foldningen), med mange flere.

Sammenligning med de „eruptive“ ertsgrupper angiver altsaa, at kisen ved de foreliggende leiesteder ikke kan være senere indtrængt, men at den er dannet samtidig med skiferne.

Som absolut afgjørende moment maa endvidere fremhæves, at kismasserne ved vore forekomster meget ofte er udpræget lagdelte¹⁾, idet de er bestaaende af en række vilkaarlig vekslende, mineralogisk og chemisk differente skikt²⁾ (eks. fingrynet svovlkis, grovkornig svovlkis, kis med vekslende gehalt paa kobberkis, zinkblende, magnetit eller paa kvarts, glimmer, hornblende osv.; undertiden indleiet i kisen næsten rene skikt af zinkblende eller magnetit osv.); tilmed er kisen selv undertiden opblandet med lidt organisk substans.

At kisforekomsterne ikke, som af *A. Helland* formodet, i sin almindelighed tilhører en bestemt skiferhorizont, men at de er spredt næsten over alle mulige trin inden de regionalmetamorfoserede skifere, er tidligere med fornøden klarhed paavist af *Th. Kjerulf*³⁾.

Forholdet mellem saussuritgabbroen og kisforekomsterne. Som oprindeligt fremholdt af *Th. Kjerulf*, optræder vore kisforekomster — særlig de større — saa paafaldende ofte i umid-

¹⁾ De forskjelligt vekslende lag maa holdes ud fra den „stribning“, som i alle fald tildels kan skyldes mekaniske presfenomener.

²⁾ Se herom f.eks. *Friis's* afh. i *Nyt mag. B. 22*; „Malmförekomster i Jemtland och Herjedalen“, side 17—19; „Varaldsøens kisleit“, side 44—45; „Foldalens kisleit“, side 32; dette arbejde side 80, osv. — De forskere, som tidligere har argumenteret for kisens sedimentære oprindelse, har efter min opfatning ikke tillagt det her omhandlede forhold den fremtrædende betydning, som det tilkommer.

³⁾ Se herom ogsaa en speciel udredning af forholdene i Foldalen og søndre Guldalen i „Foldalens kisleit“, side 38—41.

delbar nærhed af en bestemt massiv, nemlig saussuritgabbro, at dette moment nødvendigvis maa tages med i betragtning, naar man vil danne sig en berettiget forestilling om kisens genesis¹⁾. For nøiere at klargjøre dette skal vi først regne op en række forekomster, hvor vi har saussuritgabbroen anstaaende næsten umiddelbart ved gruberne²⁾, nemlig i regelen inden afstand fra 10 å 25 m. op til omkring 150 å 200 m., regnet normalt paa lagfladerne:

- I. I Karmø—Søndhordland-distriktet:
 Vignæs grubefelt, med Hinderaker grube.
 Stordøens grube³⁾.
 Valaheiens kisdrag.
- II. I Søndfjord-distriktet:
 Grimelien, med Vaagene skjærp⁴⁾.
- III. I Trondhjem—Røros-distriktet:
 Fredrik IV (Vandgrøften) og Oscars grube i Os.
 Storvarts grubefelt }
 Muggruben } ved Røros.
 Kongens grube }
 Gamle Selbu grube med flere skjærp i Selbu⁵⁾.
 Ulriksdal grube (Sjøla) samt Kvaal skjærp.
 Ytterøens grubefelt, med Falstad og Stangerholt kisdrag.
 Meldalens grubefelt⁶⁾.
 [Foldalens grube (hovedfeltet), ved zoisit-amfibol-skifer.]
 Desuden antagelig ogsaa Kjøli grube (Guldalen), Kirkli

1) Den af *A. Helland* i univ. program 1873 udviklede hypothese, — kis-udfældning ved reduktion af organisk substans, fra sulfat til sulfid; eks. tangbelte ved strand, — tager intet hensyn til kausalforhold mellem saussuritgabbroen og kisen; hypotesen forklarer saaledes ikke et af de mest fremtrædende momenter og kan følgelig ikke tillægges nogen betydning.

2) Denne oversigt er bygget paa *Th. Kjerulf's* fremstilling i „Stratifikationens spor“ og „Udsigt o. d. sydl. Norges geologi“ og kompletteret ved ældre og yngre undersøgelser.

3) Efter *Reusch's* kart nær „dioritisk bergart“, hvormed han betegnede vor „saussuritgabbro“.

4) *Hagen* (l. c.), side 73.

5) Efter *C. H. Homan* „Selbu“ (Norges geol. unders.), side 24.

6) Efter *Th. Kjerulf* „ved Aamots eruptiv, i grønstenfelt og ved dens grænser“.

(Selbu—Leksdal), Bjørneggen grube (Meraker), Mokskjærpene¹⁾ (nær Skjækerdalen, Værdalen).

IV. I Nordland:

Langvand-feltet.

Ved fornyet befarings viser det sig oftere, at vor bergart fremfindes²⁾ ved forekomster (eks. Varaldsøen, de to gruber i Os), hvor den ikke er omtalt af tidligere forskere; vi tør derfor med fuld tryghed gaa ud fra, at ovenstaaende liste paa langt nær ikke er komplet.

Det tør vistnok ikke lades ud af betragtning, at ved en hel del kisgruber er saussuritgabbroen ikke bleven paavist, — dels har man ikke lagt mærke til den, dels rækker gabbrolinjerne ikke overalt op til dagen, og dels gives der vel ogsaa tilfælder, hvor den overhovedet mangler; — alligevel er de allerede foreliggende observationer tilstrækkelige til at godtgjøre et kausalforhold. — Saussuritgabbroen er inden en flerhed af vore kis-distrikter ikke nogen udbredt bergart, — eksempelvis kan nævnes, at jeg ved geologiske undersøgelser paa kartblad „Røros“ kun har antruffet 5 separate felter³⁾ af saussuritgabbro, nemlig umiddelbart ved hver af de 5 vigtigste Røros- og Os-gruber; i hele Nordlands amt er saussuritgabbro hidtil kun kjendt i kopperne nær under Langvandets „kisfløtz“, — alligevel møder vi vor bergart i umiddelbar nærhed af en flerhed eller næsten alle de vigtigste gruber, ikke alene inden kun et enkelt distrikt, men inden alle vore 4 kisdistrikter; forholdene er i saa henseende ens baade ved Vignæs og Sulitjelma (afstand 1000 kilom.). Saadant kan ikke bero paa en blot og bar tilfældighed.

¹⁾ Ved alle disse omtaler *A. Helland*, Univ. progr. 1873, „den samme bergart, som er beskrevet under navn af diorit under Røros gruber“, o: saussurit gabbro.

²⁾ Bergarten er oftest let at paavise i marken; den modstaar denudation bedre end de omgivende skiferer og hæver sig derfor i regelen tilveirs, i kuppeform; eks. „Klubben“ ved Langvand (se side 88); Hestekletten, Stolvola, Muggrubekampen; Ustukletten og „Grubeaasen“ i Os; Otterstenen paa Ytterøen, osv.

³⁾ Kopperne i Hestekletten og Stolvola fjeld med flere rundt omkring Stolvarts regnes for et fælles-felt; ligesaa Muggrube-fjeldet og -kampen.

Den inden vore kislelter hjemmehørende saussuritgabbro optræder ved alle de lokaliteter, som jeg kjender efter personligt besøg eller efter beskrivelse, saavel i petrografisk som i geologisk henseende paa næsten noiagtig samme vis: oprindeligt forelaa en hypidionormorph, oftest middels grovkornig, i de centrale partier aldeles massiv augit¹⁾-plagioklas-bergart, hvis plagioklas i større eller mindre udstrækning er bleven „saussuriseret“, o: omsat til zoisit, undertiden med epidot, granat, muskovit, clorit, kvarts, nydannet albit osv., — og hvis augit tildels, oftest endog i sin helhed, er bleven omsat til hornblende²⁾ (straalsten, aktinolith), undertiden med clorit, granat, rutil (med sekundærdannet titanit) osv.

Overskjæring af skikterne er aldrig med utvivlsomt sikkerhed bleven konstateret, tvertom danner saussuritgabbroen ved vore kislelter altid større eller mindre lentikulært begrænsede partier, der i alle fald tilsyneladende optræder som indleininger i skiferne. Endvidere gjentager de allerede tidligere under Langvand-feltet (side 88—92) beskrevne grænse-fenomener sig overalt paa samme maade; i de centrale strøg er bergarten fuldstændig massiv, mod siderne derimod blir den først noget flasig og senere mere og mere udpræget skifrig; samtidig aftager ogsaa lidt efter lidt plagioklas- eller saussurit-bestanddelen, og der resulterer først en plagioklas- eller saussurit (zoisit)-fattig hornblendeskifer (her tidligere benævnt zoisit-hornblende-skifer) og senere en paa plagioklas (zoisit) yderst fattig eller hyppig endog for plagioklas aldeles fri hornblendeskifer, som igjen ved mellemlid kan være forbunden med de tilgrænsende skifere („grønne skifere“, glinsende skifer, lerglimmerskifer, glimmerskifer, „Garbenschiefer“, de sidste i regelen med kvartslinser;

1) Efter *Reusch's* beskrivelse erstattes i Bømmelø-Karmø-distriktet den monosymmetriske pyroxen undertiden ved rhombisk.

2) Det primære bisilikat-mineral var vel bestandig en pyroxen og aldrig nogen amfibol; bergarten maa derfor opføres som „gabbro“ (undertiden med overgang til diabas) og ikke som „diorit“. (*H. Reusch* benytter i sit arbejde „Silurfossiler osv. i Bergenskifrene“, 1882, benævnelsen „saussuritgabbro“, i „Bømmeløen og Karmøen“, 1888, derimod „diorit“, endskjønt den oprinde lige, endnu konserverede augit — og enstatit — oftere kan paavises.)

undertiden ogsaa alun- eller grafit-skifer). Overgangen fra massiv saussuritgabbro til hornblendeskifer, uden eller med forsvindende lidt feldspath (eller saussurit, zoisit), kræver paa enkelte steder kun et forløb paa nogle ganske faa meter (se f.eks. fig. 21, fra Langvand).

Det turde være nødvendig at illustrere den eiendommelige relation mellem saussuritgabbroen og kisforekomsterne ved en række eksempler (om Sulitjelma-feltet tidligere):

Vedrørende *Muggruben* (Røros) henvises til hosstaaende kart, med længde- og tverprofil¹⁾, fig. 32. De herskende bergarter i distriktet, — nemlig mørkegraa glimmerskifer med noget glinsende skifer, begge med talrige og ofte temmelig store kvarts-linser, endvidere lidt hornblendeskifer, „Garbenschiefer“ osv., — fortsætter uden nogensomhelst forandring til næsten umiddelbart under det massive saussuritgabbro-„dække“²⁾ (a); overgangszonen, først zoisit-hornblende-skifer (b) og senere finskifrig, feldspath- eller zoisitfri hornblendeskifer (c), er kun nogle faa m. mægtig (etsteds 1.5—2 m., andetsteds ca. 3 m.). Som paa kartet og profilerne angivet, danner skiferne en flad skaalformig bøjning³⁾ ind under massiven.

Den stratigrafiske afstand fra kisliveauet op til saussuritgabbroen beløber sig til omkring 50—60 m.

Ved *Storvarts* grube⁴⁾ (Røros) kan man holde ud fra hinanden to, — eller naar nogle mindre anvisninger medregnes, kanske endnu flere, — kisliveauer, nemlig et øvre leie, Hestekletten grube med Christianus Quintus og Myrgruben, og et nedre, Storvarts med sandsynlig fortsættelse Nyberg med Ny og Gammel Solskin gruber. — Saussuritgabbroen i Hesteklettens

1) Disse er optagne paa grundlag af grubekartet; tverprofilet indtegnet efter linjen A—B.

2) Ved „Muggrubekampene“, 1 kilom. længere mod vest, et betydeligt større felt saussuritgabbro, der antagelig tilhører samme „dække“.

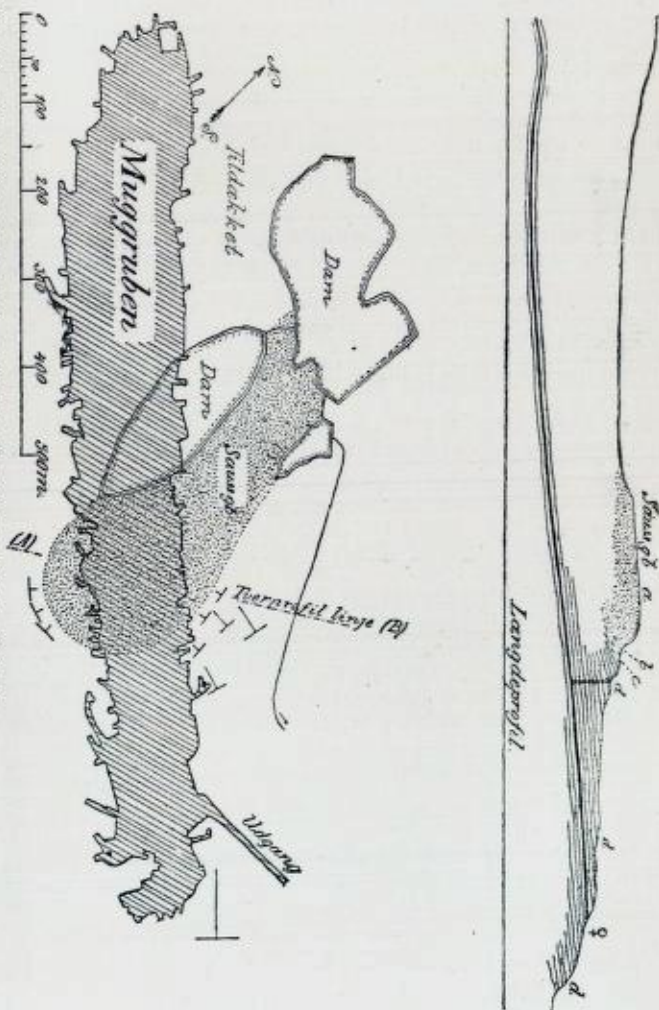
3) Aldeles tilsvarende „skaal“, baade efter retning V.O. og efter N-V, møder vi ogsaa under Hesteklettens saussuritgabbro, i Storvarts-feltet.

4) Se kart og profil i *Hansteens* afh. (1859), *Hellands* univ. program, afh. af *Hiortdahl* i *Nyt mag.* B. 20, *Kjerulfs* „Stratifikationens spor“ og *Friis's* to afh.



Fig. 32. Kartskitse med længde- og tverprofil af Mugerubben (Tøros).

Saus og a = Sausuriggabbro.
 b = Zoisit-hornblende-skifer.
 c = Zoisit-fattig eller zoisit-fri hornbl.-sk.
 d = Bæreskifer.



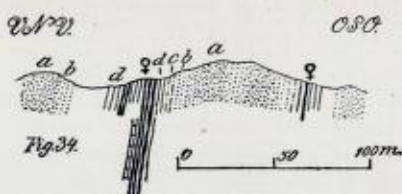
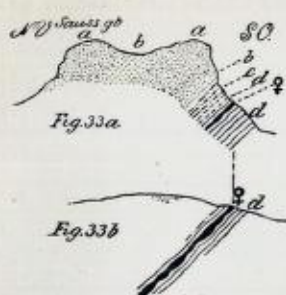
lille kuppe er næsten i sin helhed underfaret ved grubedrift paa det øvre kisleie, — det lader sig saaledes her, paa samme vis som ved Muggruben, næsten skridt for skridt godtgjøre, at massiven ikke kan have nogen skjult „stilk“ i kjærnen af fjeldet. — Niveau-afstanden fra Hesteklettens gabbro til det øvre kisleie er ca. 25 m. og til det nedre leie¹⁾ omtrent 25 + 100 = ca. 125 m. — I de midtre dele, nær under kuppens top, er saussuritgabbroen selv etsteds stærkt skifrig, med overgang til hornblendeskifer; derunder følger paany først massiv saussuritgabbro, saa i nogle faa meters mægtighed de samme mellemgangsstadier som ved Muggruben, — og derpaa de vanlige Rørosskifere (glinsende skifer, glimmer- og hornblendeskifere, ofte med kvartslinser og granatkrystaller osv.)

Oskar grube i Os (fig 33, a og b)²⁾: det mindst 1—1.25 kilom. lange kisleie optræder i veksel af „grøn“ skifer (d) med clorit-, glimmer- og hornblende-skifere; umiddelbart over kisleiet, ved Ustukletten, først finskifrig hornblendeskifer (c), senere den vanlige zoisit-hornblende-skifer (b) og allerede efter nogle faa m.'s forløb den massive saussuritgabbro (a).

Fredrik IV (eller „Vandgrøften“) grube i Os (profil fig 34, over Grubeaasens top): Massiv og flasig saussuritgabbro (a) i

1) At der ved Storrarts-feltet ikke, som af *A. Helland* formodet, foreligger kun et enkelt kisleie, som i de midtre dele ved en hypotetisk forkastning skulde være løftet tilveirs, men, — i overensstemmelse med tidligere fremstillinger af *Hansteen, Hiortdahl, Friis og Kjerulf*, — i alle fald to selvstændige niveauer, er let at indse, naar man først forstaar saussuritgabbroens geologi. — Massiven kan opfattes som et „ledende skikt“, af ikke ubetydelige fladedimensioner (idet den nærliggende kuppe Storrvola ogsaa er bygget af samme bergart); hvis vi kun havde at gøre med et enkelt kisleie, maatte afstanden fra dette op til det „ledende skikt“ overalt være omtrent lige stor, — saa er dog ikke tilfælde. (Nyskakten og Midtskakten ved Storrarts grube er i sin helhed drevne i skifer, ikke i gabbro i den øvre del). — I de senere aar er forøvrigt Storrarts grube drevet ind i ca. 100 m.'s længde ret under Hesteklettens kisleie; herved er leveret et haandgribeligt bevis for, at der i alle fald ikke foreligger nogen forskyvning ret op og ned.

2) Fig. 33, no. b profil ved hovedgruben, rundt hvilken marken er aldeles tildekket; no. a profil ved leiets fortsættelse 1—1.25 kilom. længere mod SV, over Ustukletten (leiet her og paa mellemliggende partier henimod hovedgruben paa adskillige punkter blotlagt ved mineringsarbejde).



Profil over
Oscar grube og Fredrik IV grube (i Os).

veksel med hornblendeskifer, som i enkelte skikt er rig paa kvarts; i skiferen etsteds indleiet et ganske lidet lag uren kalksten (0.5—1 m. mægtig). Paa en række forskjellige niveauer er hornblendeskiferen og den medfølgende kalksten nogenlunde jevnt og rigt impregneret med kis (svovlkis, kobberkis osv.).

Paa *Ytterøen*¹⁾ flere særskilte kis-horisonter, Storgruben og Le Breton samt Falstad- og Stangerholt-dragene. Afstanden fra den massive saussuritgabbro i det liggende ved Otterstenen (og fortsættelse Kjølvik- og Vandsvik-holmene) til Storgrubens kisdrag beløber sig, regnet horisontalt og lodret paa strøgetningen, til ca. 800 m.; midlere fald ved selve gruberne kun ca. 3—5°, i partiet henimod Otterstenen noget høiere (faldvinkel paa 5°, 10° og 15° representerer en niveauforskjel paa resp. ca. 70, 140 og 200 m.).

Sjøla grube omkring $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ kilom. fra Sjøla-Vasfjeldets store, 20 kilom. lange og indtil 6 kilom. brede saussuritgabbro-drag (gabbroen med brudstykker af de omgivende skifere og gjennemsat af grovkornige plagioklas- (saussurit-) og hornblendegange).

Varaldsøens kisleit; saussuritgabbro, med den primære augit tildels endnu konserveret, kun omkring 200 m. i det liggende for Valaheien—Nygruben—Sandvik-kisniveau.

¹⁾ Se særlig kart og profil i *Kjerulfs* „Stratifikationens spor“ og „Udsigt“.

Vignæs-feltet (efter *Reusch's* beskrivelse): de mange kistokke ved *Vignæs* og den nærliggende *Hinderaker* grube optrædende i grønne cloritiskifere med muskovitskifer og talkførende kvartsit, i umiddelbar nærhed af „diorit“ (o: vor saussuritgabbro) og „dioritiske“ skifere, som gradvis gaar over til „chloritiskifer“.

Ved *Foldalens* kisfelt er massiv saussuritgabbro ikke paa vist; derimod forefindes ved hovedfeltet, inde i eller lige ved den kisførende skiferzone, en skifrig bergart, som efter mikroskopisk undersøgelse (se „*Foldalens kisfelt*“, side 10) stemmer nøiagtig overens med *Langvandets* zoisit-amfibol-skifer.

Som bekendt har der hersket og hersker fremdeles stærk dissens vedrørende dannelsen af den foreliggende saussuritgabbro og i sin almindelighed vedrørende de tilsyneladende leieformige optrædende gabbro-linser, som ved diverse skifrige og hornblendelige mellemlid, — „*Gabbroschiefer*“, „*Augengabbro*“, „*Amfibolgabbroschiefer*“, „*dioritiske skifere*“ eller rene hornblendeskifere, — er eller synes at være forbundne med de omgivende krystallinske skifere. Et faatal af vor tids geologer, for Norge og Sverriges vedkommende fortrinsvis *E. Svedmark*¹⁾ og i Tyskland *Justus Roth*²⁾, hævder fremdeles den ældre opfatning, nemlig at den foreliggende gabbro skulde være en lagdannelse, af samme oprindelse som de tilgrænsende „sedimentære“ skifere; de fleste moderne forskere, deriblandt særlig *Th Kjerulf*, *H. Reusch*, *A. E. Törnebohm* og *J. Lehmann*³⁾, *H. Rosenbusch*⁴⁾, *J. J. H. Teall*⁵⁾

1) Forskjellige undersøgelser over Rådmanöens gabbrofelt (Sver. geol. Undersök. Serie C., No. 78, 1885; Geol. fören. förh. B. 7, 8 og 9).

2) „Ueber den Zobtenit“ (o: „ein Gestein, das, geologisch den krystallinischen Schiefern angehörig, petrographisch dem eruptiven Gabbro entspricht“). Sitzber. d. k. pr. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. B. 32, 1887. — Heri ogsaa referat af talrige ældre undersøgelser over temaet.

3) Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine. 1884.

4) Mikrosk. Phys. d. massigen Gesteine, 1887.

5) The Metamorphosis of Dolerite into Hornblende-schist. Quart. Journ. of the Geol. Soc. 1885. — The Metamorphosis of the Lizard Gabbros. Geol. magaz. 1886; med flere afhandlinger.

med mange flere, udleder derimod det resultat, at vor bergart er af eruptiv natur.

Vi skal her ikke gaa ind paa spørgsmaalet i sin store almindelighed, men indskrænke os til at omhandle den inden vore kislefelter hjemmehørende saussuritgabbro. — Om denne massive, oprindelig af augit og plagioklas bestaaende bergart maa særlig fremhæves, at den forefindes, som fremmed eller abnorm dannelse, midt inde i typisk lagdelte, regionalmetamorfoserede skifer, som sandsynligvis overalt stammer fra silurtiden¹⁾; endvidere, at saussuritgabbroen, i lighed med andre eruptiver, oftere er |gjennemsat af grovkornige gabbrogange og selv indeslutter skarpkantede brudstykker af side-skiferne²⁾. Af disse geologiske grunde og endvidere af generelle petrografiske hensyn anser jeg det for utvivlsomt, at vor saussuritgabbro er af eruptiv oprindelse. — Den kan dog neppe opfattes som intrusiv „Lagergang“, der ved senere indtraadt dynamometamorfose skulde være bleven udvalset til isolerede linser, og som af samme grunde skulde være bleven flasig og endog udpræget skifrig ved grænserne³⁾. — Den vore kisleforekomster ledsagende saussuritgabbro har paa talrige steder været gjenstand for detailleret undersøgelse, aldrig er dog observeret nogen overskjæring af skikterne, tværtom optræder bergarten „leieformig“ selv i næsten aldeles horizontalt forløbende skiferrækker⁴⁾; dette vilde være en høist paafaldende be-

1) Skiferens alder fremgaar af de talrige fossilfund saavel i Karma—Bømmelø—Bergens-feltet som i det Trondhjem'ske (til de tidligere publicerede lokaliteter kommer endvidere fund af dictyograptus flabelliformis i alunskifer, etage 2 (d og e, mellem Nordaunevold og Holtsjøen i Holtaalen, ca. 35 kilom. nord for Røros, — udvisende, at Rørosskiferne tilhører silurtidens begyndelse).

2) Eks. Sjæla-feltet, efter egne undersøgelser. — Se ogsaa *H. Reusch* „Silurfossiler osv. i Bergensskifrene“, fig. 22, 23, 25, 27; flere tegninger i „Bømmeløen og Karmøen.“

3) Vedrørende, basiske eruptiver, gabbro, diabas (og dolerit), som ved pres er bleven transformeret til hornblendeskifer og hermed analoge bergarter, henvises til talrige moderne undersøgelser af *J. Lehmann*, *H. Rosenbusch*, *H. Reusch*, *J. J. H. Teall*, *G. H. Williams* med mange flere.

4) I modsætning hertil maa fremhæves, at den gabbro (oftest norit), hvortil vore forekomster af nikkelholdig magnetkis er bundne, i alle fald paa enkelte steder skjærer tværs gennem skikterne (bedste eksempel ved Nysten grube i Bamle); desuden kan her jævnlig paavises knivskarp grænse mellem eruptiven og skiferne.

synderlighed, hvis gabbroen skulde tolkes som en yngre indtrængende gang-eruptiv¹⁾. — Endelig lader bergartens relation til de omgivende skifere sig vanskelig forklare under forudsætning af en yngre intrusion: vi møder i almindelighed ikke nogen skarp grænse mellem gabbroen og de omgivende skifere, tværtom forandrer bergarten henimod grænsen lidt efter lidt sin mineralogiske og dermed ogsaa sin *chemiske* natur, idet plagioklasbestanddelen først langsomt aftager og senere ofte ganske forsvinder, medens omvendt hornblende-mængden vokser. Ved dynamometamorfose kan vistnok bergartens skifrihed forklares, derimod ikke den meget betydelige forandring i midlere kemisk sammensætning, som stadig gjentager sig i grænsepartiet²⁾.

Af disse og hermed tilsvarende grunde har allerede flere tidligere forskere udledet den slutning, at de her omhandlede gabbroer skulde have brudt frem samtidig med afleiningen af skiferne³⁾, og at særlig den petrografiske lighed mellem den

1) Jeg er fuldt ud opmærksom paa, at eruptive magmaer under givne betingelser kan trænge sig frem paafaldende langt, endog kilometervis, mellem samme skifere, selv naar disse ligger i svævende lagstilling; høist karakteristiske eksempler herpaa er beskrevne af *W. C. Brøgger* (særlig „Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund-Skien“, *Nyt mag. B.* 28, side 349 og følg.; „Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge“, side 36): ved Røkenkysten danner „Nærnsæsporfyren“, hørende under rhombeporfyrrækken, en intrusiv „Lagergang“, som oprindelig maa have havt en udstrækning paa flere kvadratkil.m., — og i Langesunddistriktet har enkelte augitporfyrit-gange trængt frem over endnu større længde og bredde, i de allerfleste fald mellem bestemte skiferlag; ved detailleret undersøgelse er dog her, i alle fald i det smaa, nogle overskjæringer konstaterede, medens vor saussurit-gabbro, saavidt erfaringen hidtil rækker, uden undtagelse følger skikterne.

2) Efter *Teall's* tidligere citerede undersøgelser undergaar „dolerit“ (diabas) ingen nævneværdig forandring i midlere kemisk sammensætning ved dynamometamorfose til hornblendeskifer, tværtom korresponderer de kvantitative analyser af den oprindelige og af den omvandlede bergart aldeles paafaldende godt indbyrdes; bergartens plagioklas-bestanddel er ikke forsvunden i det sekundært fremkomne skifrige led. — De af *Lehmann* beskrevne sachsiske gabbroer, som ved grænsen gaar over til rene hornblendeskifere, forløber overalt parallelt med de tilstødende bergarters skifrihed eller „lagbygning“; der kan altsaa fra denne lokalitet ikke hentes noget uomtvisteligt bevis for, at gabbroen er en *intrusiv* eruptiv.

3) Se herom nogle bemærkninger af *Becke* (*Tschermaks Min. Petrogr. Mitth.*, 1883): „Vielleicht hat man es in den Gabbro-Gesteinen mit derartigen Eruptivgesteinen zu thun, die zu einer älteren Zeit entstanden mit den noch unfertigen Schiefen zu einem Ganzen sich vereinigen.“

massive gabbro paa den ene side og de tilgrænsende zoisit-hornblende-skifere, de rene hornblendeskifere og de endnu saa lidet undersøgte „grønne skifere“ skulde fortolkes derved, at der foreligger et eruptiv-felt, med omgivende tuf-bergarter. Denne opfatning er hos os nærmere bleven udviklet af *H. Reusch* som gjældende for de i det sydvestlige Norge (Bergenshalvøen, Bømeløen og Karmøen) optrædende felter af „diorit“ — σ : saussuritgabbro — med tilhørende „dioritiske skifere“; baade geologisk og petrografisk møder vi aldeles tilsvarende forholde ved alle de øvrige felter, der udmærker sig ved kisaflæininger, aarsagen maa overalt være den samme.

Som tidligere omhandlet, optræder en flerhed af vore kiskeforekomster i den grad umiddelbar nær ved massiv saussuritgabbro, at de ivrigste forkjæmpere af den moderne dynamometamorfose vel endog kunde fristes til at formode, at de skifere, hvori kisen er indleiet, skulde opfattes som fremkomne ved udvalsning af oprindelig massiv gabbro. For sikkerheds skyld maa fremhæves, at saa ikke er tilfælde, tværtom begrænses selve kisen overalt af skifer, om hvis sedimentære natur der i de fleste fald ikke kan være tvivl. — Undertiden møder vi alunskifer eller grafitkifer; ved de fleste forekomster anstaar lerglimmerskifer og diverse oftest kvarts- eller granatrige glimmer-skifere, i hvilke man hvert øieblik kan vente at træffe fossiler; etsteds, nemlig ved Fredrik IV's grube i Os (fig. 34) er et lidet lag af krystallinsk kalksten indleiet i det kiskeførende skiferbælte, og fra Vignæs-feltet beretter *H. Reusch* om „konglomerat-lag, som paa en eller anden maade er af sedimentær oprindelse“. Endelig kan ogsaa medtages, at de dels zoisit-førende og dels zoisit-fri hornblendeskifere, som danner det hængende ved flere af Langvand-forekomsterne, intimt veksellagrer med en række baade mineralogisk og kemisk stærkt vekslende skifere (clorit-, biotit-, muscovit- og kvartsskifere).

De vundne resultater kan i korthed resumeres:

Kisen ved den foreliggende ertsgruppe maa opfattes som et sediment, hjemmehørende i sedimentære skifere; og

bundfældningen af kisen fandt i regelen sted nogenlunde samtidig med submarine udbrud af en basisk eruptiv, gabbro¹⁾.

Kisforekomsternes intime tilknytning til den ved senere indtraadt dynamometamorfose „saussuritiserede“ gabbro løses yderst enkelt derved, at eruptiverne ledsagedes af emanationer af visse metalsalte (eks. clorider), som først blev opløste i sedimentations-basinet og senere paa en eller anden vis deraf udfældtes²⁾. — Det ligger vel ogsaa i sagens natur, at de store mængder kobber, zink, svovl osv., som karakteriserer vore kisleier, ikke kan være ekstraherede fra de omgivende skifere, men at de mere eller mindre umiddelbart maa staa i forbindelse med eruptive kræfter³⁾.

Den udprægede lentikulære begrænsning, — betydelig mægtighed i forhold til flade-dimensionerne, — som gjenemgaaende betegner kisafleiningerne, og som for en væsentlig del er af primær natur⁴⁾, synes let at kunne forklares derved, at emana-

1) Ved enkelte lokaliteter (eks. Langvand, Ytterøen, Varaldsøen) finder vi gabbroen i det *liggende* for kisleierne, ved andre (eks. Storvarts, Muggruben, Oskar grube i Os) i det *hængende*, atter ved andre (eks. Fredrik IV i Os, Grimelien) saavel over som under; — 2: dannelsen af vore ertsforekomster tilhørte en eruptiv-periode.

2) Som senere nærmere skal omhandles, er det fortrinsvis *svovl*-ertser, som optræder i forbindelse med de forskjellige basiske eruptiver, hvilket sandsynligvis beror paa, at udbruddene i særlig grad var ledsagede af exhalationer af svovlvandstof. — Vi ledes herved til den forestilling, at kisens dannelse nærmest fremkaldtes ved udfældning af sulfider fra vandig opløsning, ved svovlvandstof.

3) Dette fremgaar evident ved sammenligning mellem vore kisleier paa den ene side og paa den anden de i forrige afsnit omhandlede sedimentære jernmalme; de sidste udmerker sig ved elementerne jern og mangan, desuden ved næsten fuldstændig mangel paa kobber, zink, bly, nikkel, kobolt, sølv osv., paa kisforekomsterne hører alle de sidstnævnte metaller hjemme, derimod savnes nærværdig mangangehalt.

4) Der sigtes hermed ikke paa kisens specielle „lineal“-form, men i sin almindelighed paa kismassernes forholdsvis ringe udstrekning i længde og bredde.

tionerne eller i sin almindelighed de chemiske processer, hvoraf kisdannelsen resulterede, var lokalt begrænsede¹⁾.

Alle vore kislefelter har undergaaet en stærk dynamometamorfose²⁾, hvorved kismassernes ydre begrænsning, saaledes som tidligere af *H. Reusch* nærmere fremholdt³⁾, maa være bleven omformet i ikke uvæsentlig grad. — Man tør dog neppe opstille som generel lov, at kis-„linealernes“ længderetning nøjagtig skal falde sammen med strækningsretningen; dette maatte nemlig forudsætte den tilfældighed, at den oprindelige kisaflæining var nogenlunde regelmæssig cirkulært eller kvadratisk begrænset.

Hyppig følger en række særskilte kisaflæininger, dels af samme og dels af noget vekslende mineralogisk karakter, næsten ret over hinanden, indbyrdes kun adskilte ved mellemliggende skiferlag⁴⁾, af mægtighed fra nogle faa op til omkring 100 m.;

1) For at anskueliggjøre dette kan vi tænke paa exhalation af svovlvandstof fra bestemt spalt i eller ved den submarine eruptiv. — Denne forestilling synes ogsaa at bestyrkes derved, at paafaldende ofte optræder de mægtigste kisansamlinger nogenlunde ret over eller ret under saussuritgabbro-„linserne“.

2) Gabbroens „saussuritisation“ maa sættes i forbindelse hermed og ikke, som af *H. Reusch* („Bømmelsen og Karmøen“, side 381—382) formodet, med „vulkansk eftervirkning“ af de opløsninger og dampe, som eventuelt skulde give anledning til dannelsen af forskellige ertsforekomster (vorkise og Bømmelsens guldførende gange). „Saussuritisationen“ er nemlig ikke, — som omvandling af andesit til propylit ved de tertiære sølvertsforekomster, af gabbro til skapolith-hornblendefels ved apatitgange, eller af granit til greisen ved tinsten- eller kobberkis-gange, — en lokal-process, bunden til ertsforekomster, men en generel-process, hvis virkninger spores i alle regional-metamorfoserede distrikter.

3) Se særlig „Bømmelsen og Karmøen“, side 366—368. — Ved Langvand-feltet synes de store svovlkis-krytaller i eloritiskiferen i fortsættelsen af de store kismasser (se side 81) at have været udsat for et meget betydeligt mekanisk tryk.

4) Eksempler kan hentes fra Foldalens hovedfelt og Juliane Marie-grube i Foldalen; Yttersens to parvis-forekomster, Storgruben og Le Breton samt Falstad- og Stangerholt-leierne; Valdssøns tre særskilte leier, som alle synes at være rigest eller mægtigst over samme strøg, altsaa ret over hinanden, ved Valaheien grube; Storvarts's to tidligere omtalte kisleiveauer; endelig kan ogsaa henvises til de talrige ret over hinanden følgende kisleier ved Bjelkes og Gustafs grubefelter, Huså.

dette maa fortolkes ved repeterede emanationer, som særlig holdt sig under længere perioder paa et bestemt, lokalt begrænset territorium.

Det er allerede af tidligere forskere bleven fremholdt¹⁾, at de mange forskelligartede kisforekomster, — indeholdende svovlkis, magnetkis med eller uden nævneværdig nikkelgehalt, kobberkis, kobberglans, brogetkobber osv., — rundt omkring i verden meget hyppig optræder i nøie forbindelse²⁾ med basiske eruptiver (gabbro, diorit, diabas, melafyr, endog basalt, med mekaniske og chemiske metamorfe produkter, som saussuritgabbro, visse amfiboliter og serpentiner osv.); paa analog vis er som bekendt samtlige tinstengange bundne til granit, talrige sølvertsforekomster (typus Comstock) til andesit (propylit) osv. Forkla-

1) Se herom særlig nogle bemærkninger af *A. de Lapparent* i „*Traité de géologie*“, Paris, 1885, side 1362: „*Les gîtes cuprifères forment en quelque sorte la contre-partie des gîtes stannifères, car ils sont tous en relation avec des roches basiques et de couleurs foncée, tandis que l'étain accompagne des roches acides et de couleurs claire. Les diorites, les gabbros, les serpentines, les mélaphyres, les trapps etc., paraissent avoir été les véhicules les plus habituels du minerai de cuivre et de ses analogues.*“

2) Vi skal indskrænke os til at opregne nogle faa eksempler fra Europa: alle de talrige norske og vel ogsaa samtlige svenske forekomster af nikkelholdig magnetkis, ligeledes den aldeles analoge forekomst ved Mont Sesia, Varallo i Piemont, i gabbro (mest norit); Lundörrens nikkelholdige magnetkis i olivindiabas (mellem Jemteland og Herjedalen); kobberkis-forekomsterne i Alten, Finmarken og i Aardal, Sogn, i diorit eller gabbro; nikkel- og kobbersulfider i diabas og „*palæopikrit*“ ved Dillenburg i Nassau og Bellnhausen i Hessen; tilsvarende sulfider, med arsenforbindelser, i gabbro ved Dobschau samt kobbererts-gange i tærtier „*grønstentrachyt*“ ved Parad, begge i Ungarn; kobberkis m. m. i dioritgange ved Nischne-Tagilsk og Gumeschewsk i Ural; samme erts, med forvittringsprodukter, omgivet af „*afanit*“, ved Chessy nær Lyon; brogetkobber, kobberkis m. m. i serpentin og „*gabbro rosso*“ (melafyr) ved Monte Catini, Toscana.

Tilknytningen af de foreliggende ertsgrupper til basiske eruptiver gjen-tager sig gennem hele den geologiske tid, fra de archæiske gabbroer til de tertiære basalter (om kobbersulfid-ertsen i og ved basalter se særlig en afhandling af *B. Lotti* „*La genèse des gisements cuprifères des dépôts ophiolitiques tertiaires de L' Italie*“, Bull. soc. belge de géol., t. III, 1889).

ringen hertil maa søges i, at hver enkelt eruptiv-gruppe fortrinsvis ledsagedes af bestemte emanationer¹⁾.

De to vigtigste i Norge repræsenterede kisgrupper, — nemlig paa den ene side forekomsterne af *nikkelholdig magnetkis* med relativt lidet kobberkis (typus Ertelien, Meinkjær, Askim, Evje osv. i Norge, Klefva i Sverrige) og paa den anden de i dette afsnit omhandlede forekomster af *svovlkis* og magnetkis med forholdsvis adskillig mere *kobberkis*, men omvendt betydelig mindre gehalter paa nikkel (og kobolt), — er som bekendt begge bundne til gabbro, dog med den forskjel, at de sidstnævnte optræder som sedimentær-dannelse i skifer nær gabbro, de første derimod som primær udsøndring inde i gabbro, fortrinsvis ved kontakten mod tilstedende skifere, undertiden ogsaa som apofyser ind i de sidste. *Mineralogisk* eller *chemisk* kan de to grupper, saavidt erfaringen hidtil rækker, holdes distinkt ud fra hinanden²⁾; i *geologisk* henseende lader sig dog neppe trække saa skarpe grænser, som en flæthed af tidligere forskere har været tilbøielig til at gjøre³⁾.

I det Trondhjem'ske skiferfelt forefinder vi gjentagne gange repræsentanter for de to typer i umiddelbar nærhed af hinanden. Dette er mest udpræget i Skjækerdal—Malsaa-distriktet i den nordre del af Værdalen; ved Dyrhauggruberne, under Skjæker-

1) Den opførte „regel“ maa ikke opfattes som general „lov“, idet der foreligger adskillige undtagelser. Eksempelvis kan nævnes, at de Thelemark'ske gangforekomster af kobberkis, brogetkobber osv. maa ansees som „vulkanske eftervirkninger“ efter *granit-eruption*.

2) Ved de talrige norske og svenske gruber paa nikkelholdig magnetkis, som primær udsøndring i og ved gabbro, falder forholdet mellem kobber og nikkel (med kobolt) altid inden grænserne 1 Cu : 1.5—4 Ni (med Co), — ved de i skifer hjemmehørende kisforekomster finder vi derimod 10—100 gange saa meget Cu som Ni (Co); de sidste karakteriseres ogsaa i det hele og store ved at føre mere zink, bly, sølv osv. end de første.

3) Gabbro med primært udsøndret nikkelholdig magnetkis optræder heruillands ikke alene i archæiske, men ogsaa i siluriske skifere (eks. Espedalens nikkel-grubefelt efter *Th. Kjerulf* i gabbro „gjennemvættende høifjeldskvartsen og ledsagende skifere“, og Skjækerdalens grubefelt (Værdalens nikkelværk) i gabbro (olvinggabbro), som paa alle sider er omgivet af regionalmetamorfoserede siluriske skifere; Lundørrens nikkelholdige magnetkis i olivindiabas, som sætter gennem „Sevegruppen“).

dalens nikkelverk, anstaar nikkelholdig magnetkis med ganske lidet kobberkis¹⁾ inde i massiv postazoisk gabbro (frisk olivin-gabbro, undertiden med hypersthen, — feldspathen i enkelte partier tildels omsat til zoisit og diallagen tildels til hornblende), hovedsagelig under form af kontaktdannelse (mod skifer-brudstykker), som ved de fleste øvrige nikkelgruber; de tilgrænsende skifere derimod fører en række vanlige kisaflæininger (samlede til kisdraget „Aarstad—Gulstad“, ved Malsaa nedlagte kobberverk). — Ligeledes ved Hyllingen—Mælsogna-linjens gabbro, i Tydalen og Holtaalen: ved Skjelaafjeld inde i kjærnen af den massive gabbro flere skjærp, vistnok ubetydelige, paa nikkelholdig magnetkis (med ca. 1⁰/₀ nikkel) og svovlkis (den sidste i de velkjendte store oktaedere, inde i magnetkisen); i de omgivende „dioritiske skifere“ derimod ved Rødhammer grube²⁾, kun et par hundrede m. fra gabbrogrænsen, en kisforekomst, som vistnok maa henregnes til den ellers i distriktet saa hyppig repræsenterede Røros-type.

Man ledes uvilkaarlig til den opfatning, at det er *samme* gabbro-eruption og samme slags emanationer, som har givet anledning til dannelsen af begge slags ertsgrupper: i det ene fald er kisen bleven primært udsondret inde i den eruptive magma, i det andet fald derimod er metalsaltene først blevene opløste i vand og senere deraf udfældte³⁾.

Vedrørende sammenligning mellem de norske i skifer hjemhørende kisforekomster, med typus Langvand—Røros, og hermed mineralogisk-chemisk og sandsynligvis ogsaa geologisk analoge

¹⁾ Ved hovedgruben holder nikkel-magnetkisen 3.8—4.2⁰/₀ Ni (med Co); i smeltmalmen 1 del Cu: 3 à 4 dele Ni (Co). Analyser i Jernkontorets Annaler, 1887.

²⁾ Afstanden mellem denne og Skjelaafjeld-skjærpene ca. 1³/₄ kilom.

³⁾ Som allerede paapeget, udmærker kisaflæiningerne (typus Røros-Langvand) sig i det hele og store ved relativt mere kobber, bly, sølv, zink og omvendt mindre jern og nikke. (kobolt) end forekomsterne af nikkelholdig magnetkis (typus Ringerike-Klefva); dette kan muligens staa i forbindelse med, at ved udfældning med svovlvandstof i omtrent neutral opløsning koncentrerer „første gruppes“ elementer, kobber, bly, sølv osv., samt zink, som staar paa grænsen mellem „første“ og „anden gruppe“, i bundfaldet.

forekomster i udlandet (eks. Rammelsberg ved Goslar, Harz og Meggen-Schwelm i Westphalen; Agordo i de venetianske alper; Rio Tinto, Tharsis, San Domingo med flere i Huelva-distriktet, Spanien med tilstødende dele af Portugal) henvises til nogle bemærkninger i mit arbejde „Føldalens kislelt“ (side 41—43); her skal kun tilføies, at i flere nys publicerede undersøgelser over Huelva-distriktet¹⁾ fremdeles læres, at kisen inden dette felt paa en eller anden vis maa sættes i forbindelse med eruptiver (diabas og en kiselsyrerig porfyr).

Om de nordlandske marmor-felter og marmorens tekniske anvendelse.

Den nordlandske marmor kan saavel i mineralogisk som i teknisk henseende deles i følgende undergrupper:

Dolomit-marmor (se side 47—48 og 115—116), oftest blændende *snehvid*, undertiden hvid med graa eller blaagraa „skyer“, „flammer“ eller „linjer“; sjelden med svag gul tone.

Kalkspath-marmor, dels ensfarvet *hvid*, undertiden med svag graalig nuance; ensfarvet *lysegraa*; ensfarvet *blaagraa* og ensfarvet ren blaa (*himmelblaa*), undertiden ogsaa lys med svag grønlig tone; og dels

flerfarvet stribet kalkspath-marmor, bestaaende af tynde marmorlag af vekslende *rød*, orangegul, lysegul eller graalig hvid farve med enkelte grønne og brune glimmer-mellemlag („*Leifsæt-marmor*“, se side 39—41 og 49—54);

endelig „*rød-hvid-broget marmor*“, bestaaende af rød kalkspath og hvid dolomit, med grøn glimmer („*Lögafll-marmor*“, se side 54—55).

¹⁾ *L. de Larnay* „Mémoire sur l'industrie du cuivre dans la région d'Huelva“, i *Annales des mines*, 1889; her ogsaa resumé af *Gonzalo y Tarín* „Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva“, Tome I, 1887.

Vi skal først give en oversigt over de vigtigste hidtil kjendte felter inden de af mig bereiste distrikter, nemlig Salten (hovedsagelig Fauske i Skjærstad), Nord- og Sørranen samt Vefsen med Hatfjeldalen.

Det mest storartede leie af *dolomit-marmor* forefindes ved *Fauskeidet*¹⁾, mellem Salten og Sørfolden (leiets længde ca. 15—17 kilom.; horizontal bredde ved Tortenli og Tveraa ca. 500—650 m.; mægtigheden af dolomit-marmoren sammesteds mindst ca. 400—600 m., og naar den overliggende kalksten medregnes, mindst ca. 600—850 m.; se fig 1, pl. I, fig. 7, pl. III, og side 29—34). — Samme slags marmor paa diverse andre steder i Skjærstad, særlig lidt syd for Kvandal (side 41—42), ved Kvænflaet (side 41); ved Moen, Hjemgam og Solvig ved Nedre- og Øvrevand, osv. osv. — Ogsaa i Ranen og Vefsen møder vi oftere analog hvid dolomit-marmor: f.eks. ved Seljeli i Sørranen (her med tremolit-krystaller²⁾, se side 115—116); ved Bjeldaanæs, Krokstrand og Randal høit oppe i Dunderlandsdalen (se side 93; beliggenhed af dette meget store felt en eller et par mil NO for Dunderland gaard, se fig. 23; afstand til havn ved Mo i Nordranen ca. 55—60 kilom.); endvidere meget stort felt af hvid, finkornig dolomit-marmor ved Gruplandshaugen i Susendalen (ca. 25 kilom. syd for Hatfjeldalen kirke, hvor den ca. 80 kilom. lange vei fra havn, Mosjøen ender); mindre felt lidt øst for Mosjøen ladested.

Mægtige leier af vakker *ensfarvet kalkspath-marmor* har jeg kun antruffet i Sørranen (kart fig. 29 og side 112—117), — nemlig ren hvid, graalig hvid, graa og blaagraa marmor i langt og mægtigt lag ved Rosaa-Mula³⁾-Fineide i Sørfjorden; meget

1) Paa dette mægtige leie er, særlig i omegnen af Tortenli og Tveraa, i mindre skala ogsaa ved Kvitblik og Dypvik i Sørfolden, anlagt en række brud (se fotozinkotypi fig. 35), hvorved dog endnu kun er afskallet de yderste 2—3 bænke. Mindre brud ogsaa indenfor Kvandal og ved Kvænflaet; fra Leifsæt udskibning saavidt allerede paabegyndt.

2) Disse fremkalder smudsige flekker paa sinhuggen, saget eller poleret overflade; marmor med store tremolit-krystaller kan derfor neppe anvendes.

3) Paa dette felt paabegyndtes sommeren 1890 nogle mindre brud, beliggende kun et stenkast fra fjorden.

grovkrystallinsk, gjennemskinnende marmor, dels hvid og dels himmelblaa ved Vedaag i Lervikbugten, i nærheden ogsaa tæt, elfenbenlignende marmor, snart hvid og snart blaa. — Aldeles ren hvid, midt-dels finkornig, usædvanlig vakker Carrara-lignende kalkspath-marmor, saavidt det ved flygtigt besøg kunde afgjores dog kun i temmelig tynde skikt, observeredes nær det nys omtalte mægtige lag af dolomit-marmor ved Gruplandshaugen i Susendalen, desuden fleresteds en eller et par kilom. øst for Hatfjelddalen kirke. — Hvid marmor med graa eller gul nuance, ofte noget uren (og med høi magnesia-gehalt), danner paa adskillige steder temmelig mægtige indleininger i graa bituminøs kalksten, f.eks. ved Langvand i Ranen, fleresteds op Dunderlandsdalen, endvidere i Svenningaasen, Vefsen (her gjennemsat af sølvertsførende gange).

Den karakteristiske „Leifsæt-marmor“ er hidtil, i tilstækkelig stort felt, kun kjendt paa Leifsæt-odden i Fauske, — og den „rød-hvid-brogede marmor“ kun ved Løgaffen (side 31—32), nær Tortenli, Fauskeidet, samt høit tilfjelds, ved brud no. 3 indenfor Kvandal (side 42). — Rødlig kalkspath-marmor, dog neppe i felt af større udstrækning, har jeg endvidere stødt paa hist og her i Hatfjelddalen og Susendalen, og lignende bergart er indsamlet af *O. A. Corneliussen* fra et par lokaliteter (ved Øisæter nær Kvandal lidt udenfor Mosjøen i Vefsen, desuden etsteds paa vestsiden af Melø).

Ogsaa udenfor de af mig bereiste felter i Salten, Ranen og Vefsen forefindes i det nordlige Norge, nemlig i Nordlands amt med tilstødende dele saavel af Tromsø amt i nord som af nordre og søndre Trondhjems amter i syd, en række forekomster af marmor:

Ved Hegge i Velfjorden (søndre del af Nordlands amt) et betydeligt felt af hvid, fingrynet dolomit-marmor, af lignende kvalitet som Fauske-marmoren og som denne temmelig løs i kornet¹⁾.

¹⁾ Der blev her for nogle aar siden anlagt et mindre brud af et engelsk bolag „The Norwegian Marble Co.“; driften straks indstillet. — Efter opgivende lignende marmor ogsaa ved Hornsnæs ved mundingen af Velfjorden.

Paa Almindingen i præstegjeldet Bjørnør (midtvejs mellem Agdenæs og Namsos) brud paa hvid til svagt graablaa, meget grovkrystallinsk kalkspath-marmor, som tager smuk politur, og som nu anvendes i Trondhjems domkirke, navnlig til soiler (Brydning her fandt ogsaa sted i det 12te og 13de aarh.). — Ved Sydkrogø, i nærheden, grovkrystallinsk marmor, dels hvid og dels lyserød.

Endvidere marmorbrud¹⁾ (overalt kalkspath-marmor) nordenfor Trondhjem ved: Bustad nær Reinskloster i Rissen (herfra altertavlen i Trondhjems domkirke); Lehn i Sparbo, grovkrystallinsk marmor, hvid med graa eller sorte striber, ogsaa brugt til soiler i domkirken; aldeles tæt hvid marmor med spor af gul eller rødlig nuance paa Indereen.

I Nordlands amt er i de senere aar foretaget adskillig forsøgsbrydning ved et meget udstrakt marmor-felt i Ballangen, sydsiden af Ofoten fjord (herfra udskibning paabegyndt).

Man tør med sikkerhed gaa ud fra, at listen paa de nordlandske — eller det nordlige Norges — marmor-leier hermed paa langt nær ikke er udtømt, tværtom; alle de tidligere geologer, som har bereist de foreliggende landsdele, lige fra *L. v. Buch* (1810) og *B. M. Keilhau* (i 20- og 30-aarene) til *O. A. Corneliussen*, *T. Lassen* og *K. Pettersen* i de senere aar, omtaler i sine beretninger gang paa gang diverse slags marmor, — under benævnelserne „lys marmor“, „hvid marmor“, „hvid dolomit-marmor“, „marmorlignende kalksten“ osv., — som optrædende i forbindelse med de yderst mægtige lagrækker af graa kalksten, der som bekjendt er særlig karakteristiske for Nordlands amt og tilstødende dele af Tromsø.

Eksempelvis kan anføres: Fra søndre del af Nordlands amt angiver *L. v. Buch*: hvid marmor ved stranden nær Saalhus paa Brønø og i nærheden af Forvik i Vivelstad. Efter *Corneliussens* dagbog og indsamlede haandstykker: hvid dolomit-marmor ved

¹⁾ Om mægtige marmordrag ved den indre del af Trondhjemsfjorden henvises til *Th. Kjerulfs* geologiske beskrivelser (Nyt mag. B. 18 og 21, Udsigt over det sydlige Norges geologi).

Sund paa Alstenø; i nærheden af Øisæter ved Mosjøen (side 185); nord for Krudtaa ved Røsvand; ved Grønvand nær Bleikvand i Sørранen; „hvid krystallinsk kalksten“ og „marmor“ i nærheden af Tjong og Aag i Rødø. Efter beretninger af *Keilhau*, *T. Lassen* og *K. Pettersen* mægtig kalksten i Beieren og Gildeskaal; ved Hop i Salten; efter Saltdalens dalføre; endvidere længere mod nord i Ankenæs og i Sagfjorden, overalt ledsaget af „lys marmor“. For Tromsø amts vedkommende kan henvises til *L. v. Buchs* og *Keilhaus* reiseskildringer, dog særlig til *K. Pettersens* talrige og meget detaljerede beskrivelser; marmor-førende skiferafdeling strækker sig langs kysten af det hele amt, — eks.: Trondenæs paa Hindøen (hvorfra *Keilhau*, Gæa II, omtaler graa og hvid kornig marmor); fjordene ved Senjen og omgivelserne af Tromsø (hvor bl. a. *L. v. Buch* paaviste en række forekomster af hvid tremolit-førende dolomit-marmor); Alteidet ved Alten; paa det geologiske kart (se Archiv f. mathem. og naturv. B. 10, 1886) over Porsanger-halvøen (Finmarkens amt) indtegner endelig *K. Pettersen* flere betydelige felter af dolomit ved Kvalsund og Rippefjord (bl. a. lige ved Kvalsund kirke).

Om dog marmoren ved nogen af de sidstnævnte lokaliteter er skikket til teknisk anvendelse, kan selvfølgelig ikke afgjøres uden efter omfattende undersøgelser paa stedet.

Kalkspath-marmoren viser ved alle de af mig besøgte forekomster meget gode afløsningssletter efter lagfladerne, med indbyrdes afstand undertiden op til et par m. eller kanske endog derover (det sidste ved Mula i Sørранen); paa lignende vis optræder i regelen ogsaa dolomit-marmoren, særlig hvor lagstillingen er svævende; hvor derimod bergarten anstaar med steile fald, som f.eks. ved Tortenli og Tveraa ved Fauske og ved øvre Seljeli-brud i Sørранen, forløber bænkingen nogenlunde parallelt med fjeldoverfladen, aldeles uafhængig af lagningen. Dette besynderlige forhold er særlig udpræget ved bruddene mellem Tortenli og Tveraa (se fotozinkotypi paa næste side); lagfladerne staar her med strøg NNO og fald ca. 70° mod vest, bænkladerne

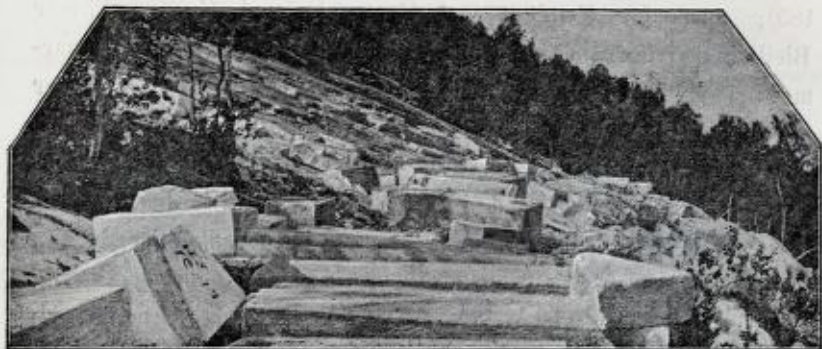


Fig. 35. Fotozinkotypi efter fotografi af brud paa dolomit-marmor, mellem Tortenli og Tveraa, Fauskeidet.
(Viser bænknings uafhængig af lagningen).

derimod med samme strøg, men fald ca. $15-20^{\circ}$ øst, altsaa nøiagtig lodret paa lagningen. Som tegningen fremviser, er bænkningsen her saa markeret, at man ved første blik let kunde formode, at afløsningsfladerne repræsenterede lagningen.

Brydningen er i foreliggende fald yderst enkel og billig: bænkningsen leverer oftest gode og næsten aldeles plane „bundsletter“, efter lagningens plan gaar god „kløiv“, og endelig „bust“ efter et plan, lodret paa de to andre. Man kan her let faa blokke paa adskillige m.'s længde, et par m.'s bredde og vistnok undertiden paa betydelig mere end 1 m.'s tykkelse.

Som tidligere udredet (se side 58—61), differerer dolomit-marmor med hensyn til struktur i meget væsentlig grad fra kalkspath-marmor: hos denne sidste griber de enkelte individer paa kryds og tvers ind i hinanden, det ene korn hjælper til at holde det andet fast; hos dolomit-marmoren derimod er de smaa individer mere eller mindre afrundede eller kantede, den indre støtte mangler; — den praktiske konsekvens blir, at dolomit-marmoren i sin almindelighed er „løser i kornet“ end den egentlige marmor.

Dette gjør sig, saavidt min erfaring rækker, des stærkere gjældende, jo mere grovkornig bergarten er¹⁾: Fauskeidets dolomit-marmor, der oftest er *middels* finkornig (med kornstørrelse ca. 0.5—1.5 mm.), kan vistnok bearbejdes med skarpe kanter og fine profiler, dog maa man; — efter hvad jeg selv havde anledning til at overbevise mig om paa stedet, og efter hvad jeg ogsaa senere fra mere speciel fagmæssigt hold har erfaret, — anvende adskillig forsigtighed ved behandlingen, og særlig synes stenen vanskelig eller aldeles ikke at taale sagning i meget tynde plader. Den *stærkt* finkornige dolomit-marmor, fra f.eks. Kvandal og Gruplandshaugen, viser sig derimod oftest adskillig fastere og sikrere ved bearbejdelsen²⁾.

Den nordlandske, for bituminøs substans næsten aldeles fri kalkspath-marmor giver, ligegyldig om bergarten er stærkt grovkrystallinsk, middelskornig eller elfenbenlignende tæt, selv næsten lige ude i dagskorpen en solid vare³⁾, som kan sages og skjæres efter behag⁴⁾.

Den atmosfæriske forvitring spiller selvfølgelig en vis rolle, dog maa fremhæves, at denne i de foreliggende distrikter, ligesaa lidt som ellers i landet, er af særdeles væsentlig betyd-

1) Som tidligere omtalt (side 55—56), er dolomit-marmor i det hele og store mere finkornig end tilstødende kalksten eller kalkspath-marmor (dette gjen-tager sig ogsaa fleresteds udenfor Nordland, f.eks. i Mellem-Sverige, og er vistnok en generel regel).

2) Det turde være af interesse at fremholde, at den i handel gaaende „marmor“ i alle fald undertiden ikke bestaar af kalkspath, men af dolomit; *B. Kosmann* (l. c.) gjør saaledes opmærksom paa, at der i Schlesien brydes ikke mindre end tre forskellige slags dolomit-marmor (Ca CO₃, Mg CO₃, 3 Ca CO₃. 2 Mg CO₃ og 2 Ca CO₃. Mg CO₃); *en passant* anføres, at en stærkt finkornig lys dolomit-marmor viser „eine zuckerförmige Beschaffenheit“, men videre, at den er let at bearbejde, saa den vistnok vilde være skikket til finere billed-huggerarbejder (*B. K.* er ikke opmærksom paa strukturforskjellen mellem de to slags marmor).

3) Se herom tidligere bemærkninger, side 38—40, 58—60.

4) Den bituminøse grovkrystallinske kalksten derimod er ofte løs og smuldrende nær dagen; dette beror sandsynligvis derpaa, at det fint fordelte bitumen fortrinnsvis er udskilt langs grænserne mellem de forskellige kalkspath-indi-vider, hvorved lettes infiltration af kulsyreholdigt vand, som virker opløsende paa karbonatet, og som ved frysning sprænger stenen til grus.

ning¹⁾; ved de forskjellige brud paa kalkspath-marmor, baade i Serranen og paa Leifsæt, forbauses man over at træffe sprækkefri, aldeles fast og til tekniske øiemed fuldt ud brugbar bergart kun nogle faa dm. under dagfladen, — og som allerede tidligere fremhævet, kan kornets relative løshed hos Fauskeidets dolomit-marmor ikke opfattes som noget overflade-fenomen²⁾.

Dolomitens nys omhandlede struktur-eiendommelighed influerer, — i modsætning til, hvad mange herom paa forhaand rimeligvis vilde forestille sig, — ikke paa bergartens trykfasthed (relativ eller tilbagevirkende fasthed), tværtom udmærker den hvide, middels finkornige dolomit-marmor sig endog ved paa-faldende høi bæreevne eller modstand mod knusning. Herom vidner følgende ved „Kgl. Prüfungs-Anstalt für Baumaterialien in Berlin“ foretagne undersøgelser, hvorom hidsættes i oversættelse.

„10 styk efter afgiven forskrift bearbejdede hvide marmorterninger (fra Fauskeidet) af dimensioner $6 \times 6 \times 6$ cm. blev (25.1.1885) prøvede paa trykfasthed, mod flade 36 cm^2 .

Gjennemsnitsresultater:

For indtrædelse af rids 1746 kgr. pr. cm^2
 „ knusning („Zerstörung“) 1773 ” ” ”

10 andre ligestore terninger viste, efter at de i 125 timer havde ligget i vand og var fuldstændig møttede med vand.

Gjennemsnitsresultater:

For indtrædelse af rids 1724 kgr. pr. cm^2
 „ knusning 1752 ” ” ”

10 andre ligestore terninger, som først havde ligget 12 timer i vand og senere havde været udsat for indvirkning af frost paa $6-9^{\circ} \text{C}$. i 25 timer, viste:

- 1) Hele den urgamle ved „sekulær forvitring“ fremkomne relativt løse skorpe er borteroderet under istiden. — Ved det „gule“ brud mellem Tortenli og Tveraa indeholder dolomit-marmoren nogle druser (se side 48); man tør dog vel neppe gaa ud fra, at disse skal staa i forbindelse med speciel overflade-forvitring. — Ved Carrara skal forvittrings-sprækker og druser undertagelsesvis kunne følges til 80 m.'s dyb.
- 2) Ved bruddene mellem Tortenli og Tveraa har man afbygget de 2-3 øverste bænke, indtil afstand 1.5-2, kanske lokalt 2-2.5 m. under dagen; den allersøreste bæk var ofte næsten aldeles smuldrende (grundet forvitring), allerede den næste eller den dernæst følgende bæk var dog forholdsvis meget fastere; — i bunden af en, med krudt og dynamit inddreven 15 m. lang ort, som bærer ind i omkring 8-10 m.'s dyb, var soliditeten omtrent som hos den næstsøreste eller den derunder følgende bæk.

Gjennemsnittresultater:

Efter at have været (For indtrædelse af rids 1770 kgr. pr. cm. ²	
udsat for frost i luft. (" knusning 1798 " " "	
Efter at have været (For indtrædelse af rids 1727 " " "	
udsat for frost i vand. (" knusning 1751 ¹⁾ " " "	

Til sammenligning vedlægges en række opgaver over andre bergarters trykfasthed, efter undersøgelse ved samme prøvningsbureau²⁾:

Granit, mellem 1103 og 2576 kgr. pr. cm. ² , middel af 59 undersøgte arter 1834 kgr.	
Porfyr — 1301 - 2583 - - - - - 28 — — 2120 -	
Basalt — 1664 - 4442 - - - - - 19 — — 3111 -	
Kalksten — 235 - 1826 - - - - - 24 — — 1000 -	
Sandsten — 357 - 2063 - - - - - 48 — — 761 -	
Graavakke — 803 - 2252 - - - - - 14 — — 1857 -	

1) Fortsættelsen af den foreliggende undersøgelse lyder:

Optagelsen af vand pr. kgr. stenvægt beløber sig til, i middel af 10 forsøg:

efter 10 timer 0,005 kgr. = 0,5 ‰ } fuldstændig mættet.
 " 125 — 0,005 " = 0,5 ‰ }

- a) Til undersøgelse paa materialets kohæsiionsbeskaffenhed blev af tre forskjellige prøvestener afslaaet seks smaa stykker og betragtet med skarp lupe; disse viste i brudfladerne et meget homogent, tæt og schuppigt krystallinsk „Gefüge“.
- b) Spec. vægt i middel af tre forsøg 2,701. (??).
- c) Til undersøgelse paa materialets veir- og frost-bestandighed blev de under a) nævnte 6 prøver

- I. I vandbad lidt efter lidt bragt til kogvarme, holdt nogen tid ved denne temperatur og derpaa ved indkastning i koldt vand pludselig afkølede.
- II. En time kogt med 15 ‰ kogsalt-opløsning og i denne tid oftere pludselig afkølet; vandet forblev herved fuldstændig klart.
- III. En halv time kogt med 5 ‰ natronlud.
- IV. En halv time kogt i samme løsning med tilsats af 1 ‰ svovl-ammonium.
- V. En halv time kogt i en opløsning med 2 ‰ jernvitriol og 10 ‰ kogsalt. Prøvestykkerne blev ved disse operationer fuldkommen intact; vægtstabt beløb sig til 0,22 ‰; struktur-forandring havde ikke fundet sted.
- VI. Seks andre brudstykker blev lagt 75 timer i 3 ‰'s saltsyre og videre 50 timer i 5 ‰'s saltsyre; prøvestykkerne blev ogsaa herved intact; vægtstab 12,2 ‰. Nogen indflydelse af syren paa strukturen kunde ikke iagttages.
- VII. Ved videre 4-timers behandling med 4 ‰'s saltsyre i dampbad fremkom en vandklar vædske, som ved prøvning med barytsalt viste, at svovlsure salte — aarsag til forviringsprodukter — ikke var tilstede.

2) Prof. Dr. Böhme „Untersuchungen von natürlichen Gesteinen,“ 2te Ergänzungsheft der Mitth. aus den Kgl. techn. Versuchs-Anstalten. Berlin 1889. — Referat af Max Gary i Centralblatt der Bauverwaltung, 1890, no. 5 a.

Tilsvarende bestemmelser udførte ved en prøveanstalt i München¹⁾:

Granit	(6 førsøg)	1601 kgr. pr. cm. ²
Dolerit	(3 —)	1877 " " "
Diorit	(3 —)	2337 " " "
Kalksten	(6 —)	1073 " " "
Sandsten	(51 —)	744 " " "

Endvidere skal ogsaa medtages en del opgaver efter *B. Kosmann's* af „Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses zu Berlin“ priskronede afhandling „Die Marmorarten des Deutschen Reichs“:

Diverse slags kalksten og marmor fra provins Hannover; fra muslingkalk og brogetsandsten:

Rogenstein	1368 kgr. pr. cm. ²
Muslingkalk	337, 560, 577, 620, 632, 675, 682, 718, 709—728, 748, 779, 829, 961, 1050, 1205 kgr. pr. cm. ²

Koraloolit, Pteroceraskalk, Portlandkalk, Plattenkalk fra juraformationen 544, 622, 626, 713, 740 kgr. pr. cm.²

Marmor fra Unterberg, Bayern, nær Salzburg 1919 kgr. pr. cm.²

Marmor fra Nassau; fra devonformationen:

Indtrædelse af rids	1582 kgr. pr. cm. ²
Knusning	1590 " " "
Belgisk marmor, saakaldet „granit-marmor“:	
Indtrædelse af rids	574 kgr. pr. cm. ²
Knusning	619 " " "

(Ved rujern indtil ca. 5000 kgr. pr. cm.², afslitningsgrænsen ved staal indtil 9000—13000 kgr. pr. cm.²).

Øverst med hensyn til trykfasthed staar altsaa de basiske eruptiver (ca. 2000—3000 kgr. pr. cm.²), derpaa følger granit (ca. 1700—2000), vor nordlandske dolomit-marmor (ca. 1750),

¹⁾ Prof. *Bauschinger* „Versuche über die Frostbeständigkeit natürlicher und künstlicher Bausteine“. Mitth. aus dem mech.-techn. Labor. d. techn. Hochschule in München, 19 Heft, 1889. Ref. af *Max Gary* i Centralbl. d. Bauverw. und Thonindustrie-Zeit. 1890, No. 31.

hvid kalkspath-marmor (ca. 1200?—1900), kalksten og diverse farvet og marmoreret kalkspath-marmor (ca. 600—1000) og endelig sandsten.

Aarsagen til dolomit-marmorens forholdsvis betydelige trykfasthed kan selvfølgelig ikke afhænge af mineralets eller bergartens haardhed, efter vanlig mineralogisk opfatning, men af andre egenskaber (se „tillæg“ side 177—198), sandsynligvis af struktuel natur.

Den mest berømte, hvide, gennemskinnende og middels finkornige kalkspath-marmor skriver sig som bekjendt fra de urgamle brud ved Carrara¹⁾ (med omliggende lokaliteter Serravezza og Massa) nær Spezzia i Nord-Italien, hvor den aarlige brydning, — i ikke mindre end omkring 400—500 brud, med 4000—5000 arbejdere, — nu kan anslaaes til noget over 100,000 tons²⁾ (ca. 40,000 m³); heraf er kun nogle ganske faa tusind tons billedhugger-marmor („statuario“), hovedmassen er „bianco-chiaro“ (blanc-clair) og „ordinario“.

Europas næst vigtigste marmor-producerende land synes at være Belgien, med talrige brud ved Dinant, Namur, Charleroi og Spaa (herfra hovedsagelig diverse broget, flammert og marmoreret marmor, tildels gul, saavidt vides sjelden hvid); desuden findes betydelige marmorbrud paa øen Paros (Grækenland, hovedsagelig gul marmor); i Oran i Algier; i Estremadura og Alconera i Spanien; videre paa diverse steder i Frankrige, Tyskland, Østerrige, Ungarn (med vakker hvid marmor i Borkut og Preluka, Siebenbürgen), England osv. (foruden betydelige brud i De forenede stater). — Efter *B. Kosmanns* beskrivelse

¹⁾ Se herom en reiseberetning af geschwornen *A. S. Bachke* (trykt som bilag til *Sth. Prp. no. 59, 1887*, „Foldal“).

²⁾ Produktion for nogle aar siden indtil omkring 140—150,000 tons Carrara-marmor; i 1882 udførsel 137,000 tons og i 1886 udførsel ca. 106,000 (hvoraf uforarbejdet ca. 62,000 og forarbejdet ca. 44,000 tons); samlede værdi i samme aar ca. 7 mill. lire = 5 mill. kr. (det sidste efter *Bachke*; momentan tilbagegang i produktion skal skyldes beskyttelsestold med paafølgende formindsket import til De forenede stater).

spiller brydningen af marmor i Tyskland en forholdsvis uvæsentlig rolle, endskjønt der er anlagt talrige sliberier (som hovedsagelig arbejder med belgisk, tildels ogsaa italiensk, tysk og fransk material), og endskjønt der foreligger talrige leier af tildels endog meget vakker marmor, dels hvid Carrara-lignende og dels diverse farvet og flammert; de vigtigste forekomster af marmor findes ved Unterberg i Bayern, nær den østerrigske grænse (Salzburg), og paa forskellige steder i Nassau, Schlesien (her tildels dolomit-marmor), Hessen osv.

Pris pr. m³ (= 2.7 ton) Carrara-marmor, leveret frit ombord i Spezzia, efter opgave af *Bachke* (1886):

a. for statuario, 1ste kvalitet	320—1600 lire pr. m ³
2den	230—530
b. „ bianco-chiaro, 1ste kvalitet	ca. 240
2den	ca. 180
c. „ ordinario	ca. 150
d. „ bardiglio	160—300
e. „ parnazzo	350—500
f. „ venato, 1ste kvalitet	ca. 240
2den	ca. 180

(Prisen paa store blokke, særlig af „statuario“ betydelig højere; eks. blok, paa 19 m³ solgt til 50,000 lire).

1 lire = 1 fr. = ca. kr. 0.71.

Efter opgave af *B. Kosmann* (1888), ligeledes regnet pr. m³:

Carrara-marmor, den vanlige varietet „bianco chiaro“, loco Hamburg, efter kvaliteten	150—300 Reichsmark.
Diverse farvet belgisk og fransk marmor (leveret ved Rhinen)	120—160
Schlesisk marmor (leveret ved jernbanestation) bedste varietet, ren hvid	300—400
farvede varieteter	100—290
Nassauisk marmor (leveret ved bruddene), efter varietet og grovere eller finere tilhugning	85—120
Unterberger-marmor (ved Salzburg)	150

Det har ikke lykket mig at faa sammenstillet en nogenlunde komplet international statistik over marmor-industrien¹⁾ kun skal hidsættes nogle spredte data:

Aarlige værdi af den fra Carrara udskibede marmor (ca. 106,000 tons), hvoraf over halvdelen (ca. 62,000 tons) af-

¹⁾ Marmor opføres i enkelte statistiker sammen med granit osv. under fællesrubrik „bygningesten“; — i andre fald holder man ikke ud fra hinanden de raa eller foreløbig tilhugne marmorblokke fra den forædlede vare.

sendes i uforarbejdet tilstand, ansættes til 7 mill. lire = 5 mill. kr. (1886, efter *Bachke*; det opgivne tal synes paafaldende lidet).

Ved Unterberger marmorbrud, Bayern, aarlig produktion 4000 m³ = 11,000 tons, à 150 mark pr. m³; værdi 600,000 mark = 540,000 kr. (efter *Kosmann*).

Fra Belgien udførtes 1882, efter „Tableau général du Commerce avec les Pays Étrangers“ under rubrikken „sten, hvorunder marmor, i raa, huggen, saget og poleret stand“, til værdi ca. 65 mill. frs. = 45 mill. kr.

Aarlige indførsel af marmor (sandsynligvis for den væsentligste del i forædlet stand) til Ungarn, fra Østerrige, Italien, Belgien osv., angives til 5 mill. gulden = 7 mill. kr. (Oester. Berg- und Hüttenm. Zeit. 1888, side 626).

I De forenede stater beløb værdien af den inden landets grænse aarlig udbrudte marmor samt af den hovedsagelig i raa blokke indførte marmor sig til:

I dollars	1870	1880	1886	1887
Produktion	?	2,040,000	2,400,000	3,100,000
Indførsel	480,000	602,000	527,000	574,000

(efter Mineral resources of the United states).

Det fremgaar af oven anførte tal, at der, selv om man kun tager hensyn til marmor i raa eller grovhuggen stand, handles om meget betydelige værdier, — sandsynligvis høiere end de fleste vel paa forhaand forestiller sig.

I vore nabolande, Sverrige, Danmark, Nordtyskland¹⁾, Holland og England brydes der inden landenes grænse kun forholdsvis lidet marmor; den nordlandske marmor synes her at maatte have et naturligt marked, hvor den maa kunne optage

¹⁾ I Tyskland indføres marmor i raa blokke toldfrit, paa forarbejdet vare derimod er der told, 1—15 mark pr. 100 kgr.

konkurransen med den fra Italien, Belgien, Grækenland, Frankrige osv. importerede vare¹⁾.

Nordlands amt synes at sidde inde med de naturlige betingelser for en ganske blomstrende marmor-industri:

den oftest blændende snehvide dolomit-marmor, som særlig ved Fauskeidet kan leveres i meget store blokke, og som sammesteds kan brydes og transporteres ombord til forholdsvis meget billig pris, vil vistnok i fremtiden erholde temmelig betydelig anvendelse til arkitektonisk brug²⁾ (eks. grundmur, ydermur, trappeopgange osv. ved pragtbygninger);

den middelskornige, dels hvide og dels lysegraa eller lyseblaa kalkspath-marmor, fra f.eks. Sørfjorden i Sørranen, synes at være vel skikket baade til grovere og finere arkitektonisk brug, endvidere til plader, bordskiver m.m., — og den grovkrystallinske hvide og lyseblaa kalkspath-marmor fra Lervikbugten i Sørranen særlig til finere arkitektoniske gjøremaal (eks. søiler) og til diverse luksusbrug;

Leifsæt-marmoren passer fortrinlig til gulv- og væg-fliser³⁾; og endelig den høist eiendommelige, antagelig unique rød-hvid-brogede Løgaff-marmor til f.eks. søiler, plader, fliser osv.

¹⁾ Den sydeuropæiske (italienske) marmor taaler i længden ikke at staa under aaben himmel, udsat for Nordeuropas haarde klimat; det er derfor en gjængs optatning, at marmor skal transporteres mod syd, ikke mod nord.

²⁾ Denne snehvide marmor kan leveres i udenlandsk havn (ved Nordseen, Østerssen osv.) til antagelig betydelig lavere pris end hvilkensomhelst anden hvid bygningssten.

³⁾ Marmoren er meget vakkert farvet, brydes meget billig; brud lige ved søkanten; om tilgangen se side 39. — Leifsæt-marmoren er allerede taget i brug til mosaikgulv i Trondhjems domkirke; efter den vundne erfaring er stenen (taget kun 1—2 m. under dagfladen) aldeles fast og solid, desuden let at bearbejde, ved sagning eller hugning; efter behag kan man faa ensfarvet lyserøde eller diverse rød-, gul- eller grøn-schatterede tavler. Paa poleret flade kan man øine de fine kvartskorn. — I en større pragtbygning, som nu opføres i Stockholm, anvendes Leifsæt-marmoren, sammen med den grønne Varberg-„granit“, til væg-mosaik.

Tillæg. Om dolomit- og kalkspath-marmors strukturforholde i
(cfr. side 55—61).

Allerede for flere aar siden blev det, under henvisning til ældre forskninger, paavist af *G. Tschermak* i et arbeide, hvis generel-theoretiske betydning først i den allersidste tid er bleven nærmere udviklet ved fortsatte studier af *F. Becke*²⁾ og ved analoge undersøgelser af *W. C. Brögger*³⁾, *A. Hamberg*⁴⁾ og *Th. Liebisch*⁵⁾, at dolomit krystalliserer rhomboëdrisk-tetartoëdrisk, medens derimod kalkspath er rhomboëdrisk-hemiëdrisk; aarsagen hertil har man forsøgt at forklare derved, at dolomit-molekület $\text{Ca Mg C}_2\text{O}_6 = \text{Ca} (\text{C}_2\text{O}_6) \text{Mg}$, ligesom ogsaa det analoge $\text{Ca} (\text{C}_2\text{O}_6) \text{Fe}$, er mindre symmetrisk konstrueret end molekylerne af kalkspath, $\text{Ca Ca C}_2\text{O}_6 = \text{Ca} (\text{C}_2\text{O}_6) \text{Ca}$, af magnesit $\text{Mg Mg C}_2\text{O}_6 = \text{Mg} (\text{C}_2\text{O}_6) \text{Mg}$ osv.; heraf skulde følge en lavere geometrisk symetri hos dolomit end hos kalkspath og magnesit. Kalkspath giver som bekjendt allerede ved temmelig lavt tryk anledning til dannelse af tvillinglameller (efter glideflade $\div \frac{1}{2} R$); hos dolomit derimod kunde *Tschermak* ved analog fremgangsmaade ikke frembringe tilsvarende lameller, hvilket skyldes (cfr. *Liebisch*, side 109), at de tre vertikale, lodret paa rhomboëderfladerne af første orden staaende planer hos den tetartoëdriske dolomit ikke er symetriplaner.

Heri ligger altsaa grunden til, at vor kalkspath-marmor næsten altid viser tvillinglameller efter $\div \frac{1}{2} R$, dolomit-marmoren derimod ikke (side 56—57); endvidere forklarer symetri-differencen ogsaa den høiere trykfasthed hos dolomit-marmor end hos kalkspath-marmor: ved forholdsvis lavt tryk springer kalkspath-

1) Ueber die Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate usw. *Tscherm. Min. Petrogr. Mitth.* B. 4.

2) Ueber Dolomit und Magnesit und über die Ursache der Tetartoëdrie des ersteren. *Samme tidsskr.*, B. 11, h. 3. 1890.

3) Ueber die morphotropischen Beziehungen des Pinakolith und des Trimerit zu verwandten Mineralien. *Zeits. f. Kryst.* B. 18. 1890.

4) Bemerkungen über die Titaneisen-Eisenglanz-Gruppe. *Geol. fören. förh.* Dec. 1890.

5) *Physikalische Krystallographie*, særlig afsnittet om glideflader; 1891 (jan.). — De 4 sidste arbeider er publicerede, efter at de første ark af denne afhandling allerede var trykt.

individerne op efter glideflader $\div \frac{1}{2} R$, dolomit-individerne derimod ikke.

Eldre forskere, senere ogsaa *Tschermak* (l.c.), har hos dolomit iagttaget nogle indskudte lameller efter $\div 2R$ (hvilke *G. T.* ikke kunde eftergjøre kunstig); hermed blir de i et enkelt fald, antagelig paa grund af stød ved minerskud (side 56—57), observerede lameller hos Fauskeidets dolomit at parallellisere.

Den ved fig. 14, a og b illustrerede struktur-difference mellem kalkspath- og dolomit-marmor staar vistnok ogsaa, mere eller mindre umiddelbart, i forbindelse med forskjellen i symetri; kalkspath-individerne vil ved forholdsvis lavt tryk blive gennemsatte af et sæt glideflader, medens dolomit-individerne vil knuses eller bevæges, gvides mod hinanden indbyrdes, hvorved de begrænsende krystalflader blir krumlinjede. — Ved overmaade intensiv strækningsproces vil sandsynligvis baade kalkspath- og dolomit-sediment undergaa en omkrystallisation, se side 60—61.

De nordlandske jernmalm-forekomsters tekniske betydning¹⁾.

Paa forhaand kunde det ligge nær at formode, at de store jernmalm-leier, Dunderlandsdal og Næverhaugen, i norsk Nordland temmelig nøiagtig skulde kunne parallelliseres med de bekjendte nordsvenske „malmberge“, Gellivara, Kirunavara,

¹⁾ Vaaren og sommeren 1890, efter at afsnittet „Næverhaugens jernglans-felt“ (side 13—20) i denne afhandling allerede var trykt, er der ved Næverhaugen bleven foretaget en række undersøgelses-arbejder, hvorefter den samlede malmitilgang, at dømme efter flere mig tilstillede oplysninger, muligens er noget høiere, end det skulde fremgaa af min beskrivelse; særlig er etsteds mellem Jordbro og Valnæs-fjorden, nærmest Jordbro, paavist et tidligere ukjendt, ganske mægtigt malmparti. (Fortælling af anm. næste side.)

Luossavara osv.¹⁾, som ligger paa nogenlunde samme breddegrad som de norske, kun adskillig længre mod øst. Saavel i geologisk-mineralogisk som i praktisk-økonomisk henseende gives

Gjennemschnittsanalyser af malm fra *Næverhaugen*:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
Fe ₂ O ₃ . .	74.60	76.70	76.75	59.60
FeO . . .	8.78	10.81	9.96	1.58
SiO ₂ . . .	10.02	8.25	8.33	30.40
Al ₂ O ₃ . .	0.74	1.04	0.61	2.56
MnO . . .	1.28	0.79	0.59	0.95
CaO . . .	3.59	2.35	2.90	2.91
MgO . . .	0.68	0.67	0.50	1.58
P ₂ O ₅ . . .	0.39	0.30	0.30	0.58
S	0.012	0.011	0.009	spor
Sum	100.09	100.92	99.95	100.77
Fe	59.06	62.10	61.48	42.95
P	0.17	0.13	0.13	0.25

Prøverne no. 1—3 og no. 4 udtagne og analyserede for sig; i no. 1—3 er sandsynligvis FeO bestemt for høi og Fe₂O₃ for lav; i no. 4: 0.40% CO₂; ikke noget titansyre.

Tidligere (side 25) er, efter *Gumalius's* afhandling, anført en række fosfor-bestemmelser, 17 analyser mellem 0.062 og 0.365%, middel 0.206% fosfor; da der fremdeles har hersket dissens vedrørende den noget veksellende apatit-tilblanding, er paany bleven udført, af 5 forskjellige kemikere, en række fosfor-analyser, med resultat: 0.071, 0.079, 0.109, 0.141, 0.185, 0.241% P (*C. G. Särnström*, Stockholm, 1890); — 0.17, 0.20, 0.22, 0.23, 0.24, 0.26, 0.26, 0.31; — 0.13, 0.13, 0.17; — 0.13; — 0.25% fosfor.

Talrige mindre middelpåver viser: 50, 53, 54.7, 58.1, 59.2, 60.5, 60.6, 61.4%; — 58.3; — 54, 55, 59, 62, 63% jern.

Eventuelt vordende drift maa vistnok baseres paa, at jernrig malm, med ikke under 55% jern, fra enkelte i den mægtige zone indleiede malmrige skikt udskedes for sig, medens al den fattigere malm underkastes en opberedning (=agnetisk?); ved experiment er godtgjort, at malm'en med lethed kan opberedes til gehalt 65—68% jern (med kornstørrelse med diameter ca. 2—10 mm.; se side 25). — At skeide i fosforfattig og fosforrig malm vil være praktisk umulig; ved opberedning vil man ikke i nævneværdig udstrækning kunne blive kvit fosforgehalten, da de smaa apatitkorn for en ikke uvæsentlig del netop sidder inde i jernmalm-striberne.

I et netop publiceret arbejde af Dr. A. Tamm „Analyser å järnmalmer, 1871—90“ (nov. 1890) opføres fire analyser fra Storrissæen paa (eller ved) Dønness (cfr. side 120), med 60.8, 63.7, 54.4 og 57.4% jern; 0.204, 0.073, 0.180 og 0.240% fosfor.

¹⁾ Se herom de tidligere, side 105 og 124, citerede beretninger.

ger dog mellem de to slags forekomstgrupper meget væsentlige differencer.

Det mest fremtrædende geologiske kriterium paa vore nordlandske forekomster er, at malmen optræder som indleining i og ved meget mægtig kalksten, — de nordsvenske malme derimod ledsages aldrig af kalksten, men kun af diverse krystallinske silikat-bergarter (af de forskellige forskere opførte som „rød gneis“, „hälléffintartad eurit“, „porfyrtartad hälléffinta“ og „porfyr“, den sidste fra Kirunavara). Og i teknisk henseende møder vi den meget vigtige forskjel, at de nordsvenske „malmberge“ over den hele mægtighed bestaar af næsten aldeles ren malm, magnetjernsten, kun opblandet med 3—5% fremmede bestanddele¹), saa man i regelen, uden nogensomhelst skeidning, direkte erholder færdigt produkt med 65—70% jern; — ved vore nordlandske malmleier, hvoraf i alle fald det ene, Dunderlandsdal, med hensyn til malm-kvantitet maa maales med samme maalestok som de nordsvenske, er derimod malmen overalt i mere eller mindre fremtrædende grad opblandet med kvarts; selv over de bedre partier maa man vistnok drive temmelig skarp skeidning for at faa malm med mindst 55% jern.

Vor nordlandske jernmalm kan ikke finde nogen tilgodegjørelse inden rigets grænse, men maatte i tilfælde exporteres, særlig til England, Tyskland, Belgien eller Frankrige. — For at man kan faa en oversigt over markedet for jernmalm hid-sættes nogle statistiske data, sammenstillede efter diverse opgaver i „Jernkontorets Annaler“, „Stahl und Eisen“ osv²).

1) Hovedsagelig kiseltsyre, endvidere konstant omkring 0.5% titansyre og forsvindende lidet manganoxydul (Analyser i Jernkontorets Annaler 1889, side 212).

2) Se særlig „Om jordens jernmalmsbehov och tillgångarne förr dess fyllande med särskilt afseende på Storbritanniens jernindustri“, foredrag af *J. T. Smith* „British Iron Trade Association“ 1888, oversat i „Jernkontorets Annaler“, 1889. — „Jernets statistik“ af prof. *Wedding* (Berlin), i „Stahl und Eisen“, 1890, oversat i „Jernkontorets Annaler“, 1890. — Om forekomsterne og exporten af jernmalm fra Spanien, Algier og Italien (Elba) henvises til flere afh. af prof. *G. Nordenström* (Stockholm) og *O. Gumelius* i „Jernkontorets Annaler“, 1878, 1884 og 1885. — Om import til De forenede stater, samme tidsskrift, 1889 og 1890.

Produktion af rujern og jernmalm i 1888, i følgende lande.

<i>I 1000 tons.</i>	Storbritannien	Tyskland ¹⁾	Frankrige.	Belgien ²⁾	Sverige	Spanien ³⁾
Produktion af rujern.	8.127	4.337	1.689	827	457	195
Jernmalm, udbrudt i landet	14.824	10.665	2.579	185 ⁴⁾	960	5,600
— indført til —	3.619	1.163	1.311	1.743	Intet	Intet
— udført fra —	10	2.212	288	149	117	5.216
— forbrugt i —	18.433	9.616	3.602	1.779	ca. 840	ca. 350

Udførsel af jernmalm fra:

<i>I 1000 tons.</i>	Spanien	Algier	Italien (Elba)	Sverige	
1870	ca. 440	173		} Intet eller ubetydelig.	
1876	ca. 900	528			
1881	3.088	593 ⁵⁾	285		
1885	3.617	543 ⁵⁾	204 ⁶⁾		19 ⁷⁾
1887	5.216	489 ⁵⁾	135		42
1888	4.574	366 ⁵⁾			117

Udførsel af jernmalm fra Spanien, Algier, Italien og Sverige til Storbritannien, Tyskland, Frankrige og Belgien:

<i>I 1000 tons.</i>	Spanien	Algier	Italien	Sverige	
Til Storbritannien	1879	1.007	19	44	} Intet
	1885	2.534	201	35	
	1888	3.238	106	57	
Til Tyskland	1880	ca. 233	Lidet		3
	1888	ca. 900			36
Til Frankrige	1880	332	326	126	} Intet
	1888	357	25	5	
Til Belgien	1888	510	Lidet		Intet

1) Med Luxemburg, som tilhører det tyske riges toldomraade.

2) Med Holland. 4) For 1887.

5) Resp. for aarene 1880, 1883, 1886, og 1887. 6) For 1883. 7) For 1886.

(Fra Luxemburg og Elsass-Lothringen med tilstødende dele af det øvrige Tyskland samt Belgien og Frankrige transporteres i meget stor stil fosforrig, temmelig jernfattig minette-malm (til basisk bessemring) de tilgrænsende lande imellem; denne mellemhandel har for os liden betydning).

Fra Spanien (hoveddistrikt Bilbao) og de mere fjertliggende lande Italien (Elba) og Algier, hvis malmexport navnlig af transport-hensyn er i tilbagegang, endvidere fra Grækenland og Lilleasien, hvilke to sidste lande dog neppe i overskuelig fremtid kommer til at udøve nogen nævneværdig indflydelse paa malm-markedet, udføres saa at sige udelukkende fosforfattig og samtidig jernrig malm (Bilbao-malmen i middel med 56—58 % jern), som omtrent i sin helhed anvendes til „sur“ bessemring. — Fra Bilbao-distriktet er siden 1866, da en-gros-export paabegyndte, til 1888 bleven udskibet omkring 50 mill. tons malm (tidligere i sum udbrudt ca. 22 mill.); — hvor meget der endnu kan være at hente, er selvfølgelig umulig at bestemme med fuld nøiagtighed, kun derom synes dog alle at være enige, at tilgangen er begrænset. Efter en beregning skal den resterende beholdning beløbe sig til ca. 35 mill. nær kysten og ca. 40 mill. længere inde i landet; efter en anden hermed nogenlunde overensstemmende opgave skal forraadet kunne strække omkring 20 aar med nuværende produktion (ca. 4 mill. tons). — Spanien besidder endvidere ved Middelhavskysten, mellem Malaga og Carthagera, storartede malmforekomster, hvis brydning en-gros først er paabegyndt i de allersidste aar (export tildels til De forenede stater); paa grund af den længere transport vil dog disse ikke kunne udøve den samme dominerende indflydelse paa det nordeuropæiske marked som Bilbao-feltet.

England har i sin røde Cumberland-hæmatit en temmelig betydelig tilgang paa fosforfattig malm, til sur bessemring; dog taaler disse forekomster i længden ikke stærkere brydning end den nuværende (2 $\frac{1}{2}$ —3 mill. tons aarlig), behovet maa dækkes ved import (3 $\frac{1}{2}$ mill. tons aarlig), nu næsten kun spansk malm. Paa middels fosforrig, forøvrigt oftest temmelig jernfattig malm (med ca. 35 % jern), fortrinlig skikket til støbe-

og pudde-rujern, har landet sely overflod, medens derimod fosforrige malme, til Thomas-processen, ikke optræder en-gros, hvorfor ogsaa den basiske bessemring i England har udviklet sig meget langsomt.

Vedrørende sidste punkt forholder det sig stik omvendt i Tyskland, som særlig i sin minette (hvoraf total-tilgangen alene i Lothringen anslaaes til 2000 mill. tons) har en ypperlig og desuden meget billig Thomas-malm; paa den anden side er Tyskland fattig paa malm til sur bessemring, hvorfor aarlig indføres henimod 1 mill. tons fosforfattig malm. — Af de større masovnsdistrikter er det kun et, nemlig Schlesien, hvis gruber ikke taaler foregelse af produktionen; behovet her vil dog meget lettere kunne dækkes af svensk malm (Grängesberg, Gellivara) end af norsk.

Til Belgien og Frankrige indføres ligeledes, naar man ikke tager hensyn til minetten i grænsedistrikterne, kun fosforfattig malm, til sur bessemring.

Under de nu i nordvestre Europa herskende industrielle og kommercielle betingelser er det saaledes fortrinsvis samtidig jernrig og fosforfattig malm, til sur bessemring, som med fordel taaler længere søtransport; stærkt fosforrig malm finder med lethed afsætning i Schlesien, og den vil vel i fremtiden ogsaa kunne aabne sig et stort marked andetsteds, særlig i England, — af malm med middels fosforgehalt (0.15—0.3 % fosfor) derimod har de tilgrænsende riger inden landenes grænser overflodig tilgang, eller malmen kan, som i Belgien, hentes inden kort afstand; den eneste ulempe er, at disse vistnok meget billige malme oftest er temmelig fattige paa jern.

Den nordlandske jernmalm, fra Næverhaugen og Dunderlandsdalen, udmærker sig — desværre — netop ved midlere fosforgehalt, den passer derfor hverken til sur eller til basiske bessemring; endvidere kan neppe i stort paaregnes styk-malm¹⁾ med over 55 % jern; malmen er endvidere opblandet med stærkt

¹⁾ Opberedet malm, fra Næverhaugen, maa sandsynligvis afhændes til lavere pris end tilsvarende malm i styk-form (Dunderlandsdalens jernglimmer-skifer er i regelen saa finschuppig, at den ikke egner sig til opberedning).

kiselsyrerige mineraler, saa der kræves betydelig kalktilsats for at faa tilstrækkelig basisk slag; — følgen er, at malmen, endskjønt den forsvindende svovlgehalt¹⁾, under nutids forholde ikke betinger særlig høi pris, specielt ikke saa høi som Bilbao-malmen.

Næverhaug-feltet ligger kun ca. 12—13 kilom. fra havn (Gellivara ca. 190 kilom. fra Luleå og ca. 200 kilom. fra Ofoten, Kirunavara ca. 150 kilom. fra Ofoten); opmærksomheden har derfor i de senere tider, navnlig efter den foreløbige (?) stansning af jernbanestykket fra Ofoten til Gellivara, været rettet mod Næverhaugen, og muligens vil her ved privat initiativ blive anlagt en jernbane (eller traadbane?). — Exploitation af Dunderlandsdalens store felter derimod kræver saa betydelig anlægskapital (jernbanelængde fra havn ved Ranenfjorden til Urtfjeldmo ca. 35 og til Dunderland gaard²⁾ ca. 45 kilom.), at neppe nogen under de nuværende konkurrence-betingelser vil sætte penge i dette foretagende; derimod vil vistnok feltet i fremtiden, om end kanske først i en meget fjern fremtid, komme til sin ret, nemlig naar den allerede nu paa papiret projekterede Nordlandsbane, — Trondhjem (Størdalen)—Røsvig i Folden, — blir anlagt; denne maa fra Ranen over mod Salten nødvendigvis følge det af naturen givne dalløb Dunderlandsdalen med fortsættelse Saltdalen, — mod vest Svartisen, mod øst grænsefjeldene, — og altsaa passere næsten lige forbi de vigtigste malmleier.

Ved Langvand kisfelt er under den efter mit besøg (juli 1889) til afslutningen af denne afhandling (febr. 1891) forløbnetid bleven udført meget omfattende undersøgelsesarbejder, med arbejdsstyrke om sommeren ca. 300 og om vinteren ca. 100 mand. Efter opgivende er særlig ved Jakobsbakken, Furulund, Sandnæs og Furuhaugen, dels ved ort- og synkdrift og dels ved diamantboring, konstateret forekomster af betydelig udstrækning.

¹⁾ Som videre fordel kan anføres, at malmen holder overveiende meget jernoxyd (jernglans), som er lettere reducibel end oxydoxydul (magnetjern).

²⁾ Fuglevik-feltet er forholdsvis ubetydeligt; malmene ved Kvitinge meget fattig, derimod bedre ved Vesteraali.

— Export i større stil kan dog først paabegynde, naar kommunikationsmidlerne i Vattenbygden (ved jernbane fra Langvand til Øvrevand og kanalisering eller opmudring af Hjemgam- og Fineid-strømmene) i væsentlig grad er forbedrede.

Den erholdte kismalm fra Furulund-feltet viser i middel ca. 44—45 % svovl og noget over 4 % kobber; desuden falder fra samme grubefelt ogsaa en hel del kobbermalm med betydelig høiere kobbergehalt.

Forøvrigt henvises til bergmester-indberetningerne (trykkes i Norsk teknisk tidsskrift.)

Produktionen i 1890 beløb sig efter opgivende til omkring 5000 tons, — og i 1891 paaregnes udbrudt 10,000 tons.

— Export i store stil kan dog først påbegyndes, naar kom-
 -munkationsmidlerne i Væstergjælden (ved jernbanen fra Lang-
 -vaad til Østervand og kanalisering eller opmundning af Hjelmskjæ-
 og Fjælsid-strømmene) i væsentlig grad er forbedrede.
 Den erholdte kiselsten fra Furland-fjeldet viser i middel-
 ca. 41—45° svøvl og noget over 1% kobber; desuden falder
 fra samme grundfjeld ogsaa en Del del Kobbermasse med betydelig
 høiere Kobbergehalt.

Forovrigt henvises til barmester-lidder-talngarde (trykkes
 i Norsk teknisk tidsskrift) og til
 Produktionen i 1890 beløbe sig — efter opgivende til omkring

Resumé.

Die vorliegende Abhandlung erscheint als erster Theil einer geologischen Beschreibung von Nordland Amt, mit besonderer Rücksicht auf die wichtigsten Marmorlager und Erzlagerstätten (von Eisenerz, Schwefelkies-Kupferkies, silberhaltigem Fahlerz, Bleiglanz usw.); einer später folgenden Abhandlung „Vefsen und Hatfjeldalen“ werden sämmtliche generelle Uebersichten — über die verschiedenen Formationsglieder und deren wahrscheinliches Alter; orographische Uebersicht, Beschreibung der unterirdischen Flüsse, Höhlen usw. — vorbehalten.

Hier sei nur kurz erwähnt, dass die in Nordland Amt am meisten verbreitete Schichtenreihe, — die von dem unermüdeten Erforscher der Geologie des nördlichen Norwegens, dem kürzlich verstorbenen *K. Pettersen*¹⁾, mit dem Lokalnamen „Tromsö Glimmerschiefer-Gruppe“ (von mir als „Tromsö Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe“ näher präcisirt) bezeichnet wurde, und die auf der von Dr. *T. Dahll* (1866-79) veröffentlichten geologischen Karte des nördlichen Norwegens als „cambrisch?“ angegeben wurde, — hauptsächlich aus den folgenden Schiefen (S. 10—12, 27, 33, 93, 112, 116) und Karbonaten (S. 45—61, 112—117, 183—198) besteht: Glimmerschiefer, glänzender Schiefer,

¹⁾ Seine geologischen Lokal-Arbeiten erstreckten sich vom Nordkap bis im Süden nach Salten; die 300 kilom. lange Strecke von Salten—Sörfolden bis zu der Grenze von Trondhjem Stift, wo die früher von *Th. Kjerulf* geleitete „Geologische Untersuchung des südl. Norwegens“ endete, ist in geologischer Beziehung nur ganz vorläufig und spärlich erforscht; Literatur-Angaben Seite 6—9, 13, 68 und 79.

Thonglimmerschiefer; — diese im allgemeinen grün, reich an Quarzlinsen, oft stark höckerig und gekräuselt, und an Aussehen und Habitus ungefähr wie der „Rüros-Schiefer“; der Glimmerschiefer oft mit Granaten, gelegentlich auch mit ziemlich grossen Staurolith-Krystallen (Seite 112, 116), selten mit Disthen; — daneben nur ganz schwach krystallinisch entwickelter Graphit-, Alaun- und Thonschiefer, Quarzschiefer, in dem Fauske-Distrikt auch gestrecktes Konglomerat (S. 32, 34—37, 67; Fig. 10), mit riesenhaften Quarzknollen, andererseits gelegentlich auch etwas Hornblendeschiefer, Quarz-Granulit und selbst Gneis (S. 38, 44, 112); die ganze Schichtenreihe wird endlich besonders durch zahlreiche und kolossal mächtige Lager von grauem, oft bituminösen Kalkstein, mit weissem *Dolomit-Marmor* und diversen *Kalkspath-Marmor* charakterisirt, und die Kalksteine sind endlich an mehreren Stellen von ausgedehnten und mächtigen *Eisenerz-Lagern* (zum Theil *Eisenglimmerschiefer* oder *Itabirit*) begleitet.

Von dieser Schichtenreihe können wir in Salten eine andere, jüngere (S. 11, 43—45, 70; Fig. 2, No. 22, Fig. 15) Reihe unterscheiden, die besonders durch vollständig flachschieferige, braune Glimmerschiefer und „Garbenschiefer“ (mit Granat, Hornblende, Zoisit, Muscovit, oft mikroskopischem Rutil in bedeutender Menge, selten Disthen, S. 74—75), Hornblende- und Quarzschiefer, dabei auch verschiedene nur ganz schwach metamorphosirte Thonschiefer, Graphitschiefer usw. (S. 68—70) bezeichnet wird; bei Langvand mit Saussuritgabbro (*Zoisit-Amphibolit*), *Zoisit-Amphibol-Schiefern* und reinen *Amphibol-Schiefern* (S. 88—92) (nebst *Kupferkies-Schwefelkies-Lagern* (S. 79—88); die für die vorige Schiefergruppe so höchst charakteristischen mächtigen Kalksteine und Dolomite fehlen hier vollständig (S. 69). Die hiesigen Schiefer, die unter andern rings um das bekannte Gabbro-Gebirge *Sulitjelma* verbreitet sind, und die deswegen hier als „*Sulitjelma Glimmerschiefer-Gruppe*“ bezeichnet sind, wurden auf *Dahl's* geologischer Karte des nördl. Norwegens als „silurisch?“ bezeichnet.

Mit Ausnahme des kleinen Jura-Feldes auf *Andöen* (*Lofoten*) sind bis jetzt in dem ganzen nördlichen Norwegen (*Tromsö Stift*) Versteinerungen noch nicht gefunden; exacte und sichere Be-

stimmungen des geologischen Alters der zwei Schiefergruppen können somit nicht geliefert werden, jedoch können wir den Schluss ziehen, dass sie wahrscheinlich cambrisch-silurisch sind. Die zwei Schichtenreihen, mit ihren phyllitischen Schiefen, Konglomeraten, bituminösen Kalksteinen usw. gehören nicht der archaischen Formation, nicht einmal deren oberster Abtheilung an. Andererseits ergeben die zahlreichen Silurfossilien nicht nur in dem südlichen Norwegen und Schweden, sondern auch in zahlreichen Lokalitäten in dem Trondhjem-Distrikt und in dem nördlichen Schweden zwischen Jemtland und der Gellivara-Kirunavara-Gegend, zum Theil ganz nahe der norwegischen Grenze, dass bedeutende Theile, vielleicht sogar die ganze skandinavische Halbinsel ursprünglich von Schichtreihen bedeckt waren, welche den verschiedenen Stufen von der azoischen bis zum Ende der silurischen Zeit angehören. Aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, dass die ältere der zwei stark regionalmetamorphosirten Schichtenreihen in Nordland — die „Tromsø Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe“ — der cambrischen, und die jüngere — die „Sulitjelma Schiefergruppe“ — der silurischen Zeit angehören.

Wie schon erwähnt, wird die „Tromsø Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe“ besonders durch Karbonat-Lager bezeichnet, — aus bituminösem Kalkstein, oft mit weissem Dolomit-Marmor und diversen Kalkspath-Marmor bestehend, — die in Nordland eine höhere Mächtigkeit erreichen als vielleicht irgendwo sonst in Europa. — Beispielsweise:

1) Bei Fauskeid (S. 29—34; Fig. 1, 7) wird ein Kalkstein-Dolomit-Lager, in mindestens 15 kilom. Länge, von Saltenfjord hinüber nach Foldenfjord, verfolgt, — in den centralen Theilen von Mächtigkeit: bei Tveraa (S. 31; Fig. 7, No. 3) weisser Dolomit-Marmor, horizontale Breite mindestens 630 m., mit Metermass gemessen); Fall 70° , Mächtigkeit mindestens ca. 590 m.; Mächtigkeit des unmittelbar überliegenden bituminösen Kalksteins ca. 255 m., Summe im Minimum ca. 845 m., wahrscheinlich ca. 1 kilom. — Ueber dem Kalkstein folgt zuerst (S. 33—34; Fig. 2, No. 9 und 10) Quarzit-Granulit (Mächtigkeit

etwa 200–250 m.) und diverse Schiefer (ca. 250 m.), — darauf ein neuer Kalkstein, von Mächtigkeit ca. 400–500 m., — und unterhalb des grossen Kalkstein-Dolomit-Lagers bei Fauske zuerst Konglomerat mit verschiedenen Schiefen und darunter neue Kalksteine mit zwischenliegenden Schiefen, auf der Öinäs-Halbinsel von totaler Mächtigkeit etwa 1500 m., davon Kalkstein die Hälfte (S. 34–37; Fig. 2, No. 14; Fig 8).

Also: Zu oberst Kalkstein . . .	ca. 400–500 m.
Schiefer, Quarzit	ca. 500 m.
Kalkstein-Dolomit, mindestens	845 „
Konglomerat, Schiefer . . . „	750 „
Diverse Kalksteine	ca. 750 „
	<hr/>
	ca. 1250 m. ca. 2000 m.

d. h. in einer continuirlich verlaufenden Schichtenserie (S. 33, 34–37, 61–64), welche im Ganzen ca. 3200 m. mächtig ist, erreichen die auf drei verschiedenen Stufen eingelagerten Kalksteine und Dolomite eine Mächtigkeit etwa 2000 m.

2. Ein noch bedeutenderes Kalkstein-Lager findet sich in Dunderlandsthal, Ranen, — das unter andern durch seine zahlreichen in Kalkstein erodirten unterirdischen Flüsse und Höhlen (die drei grössten der letzteren ca. 265, ca. 450 und 500–520 m. lang) bekannt ist, — namentlich bei dem Hof Dunderland (S. 93–96; Fig. 23–25), wo ich die wirkliche Mächtigkeit des Kalkstein-Lagers zu etwa 2 bis 2.5 kilom. schätze; ca. 10 kilom. weiter gegen SW, wo der Kalkstein zu einer verhältnissmässig geringfügigen Breite zusammengeschrumpft war, wurde die Mächtigkeit zu ca. 300 m. gemessen.

3. Bei Rösåör im Sörfjorden, Sörranen (S. 113–114; Fig. 30–31) erscheint Kalkstein-Marmor von sichtbarer Mächtigkeit mindestens ca. 270 m. (mit Metermass gemessen); der untere Theil des Lagers nebst einigen kleineren Kalksteinbänken in dem liegenden wurde zu etwa 80 m. geschätzt, Summe ca. 350 oder vielleicht 400 m.

4. In Svenningås, Vefsen, erreichen die relativ unbedeutenden Kalkstein-Einlagerungen, zufolge den Ablesungen auf den

Grubenprofilen der „Svenningdal Grube“ und „Jakob Knudsen“ (auf Gängen von silberhaltigem Bleiglanz und Fahlerz getrieben), in einer gesammten Mächtigkeit von 280 m. eine Dicke von 185 m.

Sehr bedeutende Kalksteine in Salten daneben auch bei Kvänflaet (S. 40—41; Fig. 2, No. 19; — zu etwa 400 à 500 m. geschätzt) und an verschiedenen anderen Stellen in dem inneren Theil von Saltenfjord; bei Kvandal (S. 41—42; Fig. 2, No. 20 und 21); bei Näverhaugen (S. 13—16; Fig. 3—6); — in Sör-ranen bei Elvsfjorden, hier auch mit weissem Dolomit-Marmor (S. 115—116; Fig. 29). — *B. M. Keilhau* fand den Kalkstein in Beieren (zwischen Salten und Ranen) und in Prugelthal, Ranen, so grossartig, dass er ihn auf seiner sonst ziemlich monotonen geologischen Karte über das nördl. Norwegen mit einer besonderen Farbe bezeichnete. Ueber andere mächtige Kalkstein- und Dolomit-Ablagerungen in Nordland siehe S. 184—187 dieser Abh.

Der Kalkstein („Grobkalk“) ist im allgemeinen grau, von bituminöser Substanz, eventuell Graphit gefärbt, oft stark grobkörnig; mit etwas MgO (cfr. Analyse S. 46); gelegentlich reich an Quarz, Muscovit, seltener Biotit, Hornblende usw. (nicht Granat, Augit, Skapolith usw.). — Der Kalkspath-Marmor, der theils (wie z. B. an Leifsät bei Fauske, Fig. 9) als separate Einlagerungen in dem bituminösen Kalkstein erscheint, und der theils selbständige, stark (regional-?)metamorphosirte Lager (wie z. B. in Sörfjorden und Lervikbugten, Sör-ranen; S. 112—117; Fig. 29—31) bildet, ist ebenfalls im allgemeinen ziemlich, oft sogar stark grobkörnig; ohne mechanisch nachweisbare organische Substanz. Der bald rein weiss, bald lichtgrau bis blau, gelegentlich auch intensiv himmelblau gefärbte Marmor von Sör-ranen enthält gelegentlich etwas weissen Strahlstein nebst ein wenig Quarz (S. 112, 116); der charakteristische, intensiv rothe (von organischer Substanz gefärbte) Marmor (S. 49—54) des Fauske-Districts, — an mindestens zehn verschiedenen Lokalitäten nachgewiesen, — wird dagegen überall hauptsächlich durch Quarz, Biotit, *Fuchsit* (S. 52—54; das analysirte Material mit einem auffallend hohen Cr_2O_3 -Gehalt, nämlich 4.63 % Cr_2O_3) und mikroskopischen *Rutil*

und *Eisenglanz*, letztere gelegentlich in gesetzmässiger primären Zusammenwachsung (S. 50—51, Fig. 12), gekennzeichnet.

Der am öftesten blendend schneeweisse Dolomit-Marmor, — nämlich beinahe absolut chemisch reiner Normal-Dolomit, CaMgC_2O_6 , siehe Analysen S. 47 und 115, — ist in einigen Lokaltäten, z. B. bei dem ca. 600 m. mächtigen „Fauske-Lager, nur mit einer wiuizigen Menge Quarz und Muscovit nebst mikroskopischem Rutil in ganz verschwindender Menge (S. 48) gemengt, anderswo dagegen, z. B. bei Seljeli in Sörranen (S. 116), stark von weissem Grammatit, zum Theil in sehr grossen Krystallen, verunreinigt. Der Dolomit-Marmor, welcher mikroskopischen [Untersuchungen zufolge ausschliesslich aus dem selbständigen (rhomboëdrisch-tetartoëdrischen) Mineral Dolomit, ohne Beimischung von (dem rhomboëdrisch-hemiëdrisch krystallisirenden) Kalkspath oder Magnesit, besteht, unterscheidet sich in mehreren Beziehungen von dem Kalkspath-Marmor. — Die Dolomit-Individuen zeigen eine mehr oder weniger ausgeprägte Tendenz zu äusserer krystalliner Begrenzung (Fig. 14, b), die Kalkspath-Individuen dagegen sind ganz unregelmässig und gesetzlos begrenzt (Fig. 14, a), die einzelnen Körner greifen kreuz und quer ineinander, — woraus sich ergibt, dass der Dolomit-Marmor, besonders die einigermaßen grobkörnigen Varietäten, ein „loseres Korn“ als der Kalkspath-Marmor geben. Trotz dieses verhältnissmässig loseren Kornes giebt der Dolomit-Marmor jedoch eine höhere Druckfestigkeit pr. cm^2 Oberfläche, — an genügend grossen Flächen, — als der Kalkspath-Marmor (S. 190—193).

Diese Erscheinungen lassen sich alle beide dadurch erklären (S. 197—198), dass Gleitflächen (Zwillinglamellen) nach $\div \frac{1}{2}$ R bei Kalkspath schon durch einen ziemlich unbedeutenden Druck hervorgerufen werden, bei dem Dolomit, — der niedrigeren Symmetrie wegen, Literatur S. 197, — dagegen überhaupt nicht. Andere Zwillinglamellen (wohl immer nach 2 R) sind ganz ausnahmsweise bei dem Dolomit nachgewiesen (S. 56—57, 198).

Der Dolomit-Marmor ist im grossen Ganzen etwas mehr feinkörnig als angrenzender Kalkstein oder Kalkspath-Marmor.

Der eigenthümliche stark gestreckte „roth-weiss-bunte Marmor“ von Lögafn und anderen Stellen in Fauske (S. 31—32, 37, 42, 54—55; Fig. 13) besteht aus unregelmässig lenticulär begrenzten Partien von weissem, feinkörnigen Dolomit und rothem, grobkörnigen Kalkspath, der letztere mit ziemlich viel Quarz, Biotit, Fuchsit, mikroskopischem Rutil usw.

In dem Fauske-District erscheinen die verschiedenen Karbonate in wechselnder Lagerung mit einem grobkörnigen Quarzkonglomerat, und das Konglomerat selber enthält oft kleine Einlagerungen von dem weissen Dolomit-Marmor wie auch von dem rothen, Fuchsit- und Rutil-führenden Kalkspath-Marmor (S. 32, 34—37, 43—44, 63—64); die Karbonate sind wahrscheinlich somit, in ähnlicher Weise wie das Konglomerat, als Strandfacies-Bildungen aufzufassen (S. 63—64). Hiermit übereinstimmend ergibt sich auch, dass die Karbonat-Lager überall eine ziemlich ausgeprägte lenticuläre Begrenzung zeigen (S. 63).

Unmittelbar *oberhalb* mehrerer der am meisten hervortretenden Kalksteine und Dolomite folgen mächtige Ablagerungen von stark Quarz- oder im allgemeinen Kieselsäure-reichen Schieferen (S. 64); z. B.: weisser Quarzit mit etwas Hornblende-Granulit unmittelbar über dem Kalkstein-Dolomit bei Fauskeid (S. 28, 33; Fig. 1, 7), gelegentlich auch dasselbe Gestein in dem Dolomit eingelagert (S. 30; Fig. 7, No. 1, 2); bei Röså blauer Quarzschiefer unmittelbar oberhalb jedes der verschiedenen Kalkstein-Lager (S. 113; Fig. 31); noch mehr ausgeprägt in Susendalen in Hatfjeldalen: im Profil über Sommerfeld bei Mikkelfjord cavernöser Dolomit (von Quarz-Fahlerz-Adern durchkreuzt) in vier verschiedenen über einander folgenden Schichten, jede von weissem Quarzit überlagert, und über dem letzteren überall zuerst ein glänzender Schiefer. Diese Reihenfolge, Quarzgestein *oberhalb* Karbonaten, wiederholt sich so oft, — jedoch nicht immer, z. B. nicht in Dunderlandthäl (S. 93—97), — dass ihr eine theoretische Bedeutung bei der Erörterung der Bildung der Lager zugeschrieben werden muss. — Unmittelbar *unterhalb* einiger der Kalksteine finden wir sehr ausgedehnte und mächtige Eisenerz-Lager und Eisenglimmerschiefer (hierüber mehr später).

Der Dolomit-Marmor enthält jetzt, im Gegensatz zu den angrenzenden Kalksteinen („Grobkalken“), keinen Rest von irgend welcher organischen Substanz; auch lässt sich nicht vermuthen, dass der Dolomit ursprünglich von organischer Substanz verunreinigt gewesen ist, weil es unverständlich wäre, weshalb diese in einigen Schichten bei späterer Metamorphose systematisch verschwinden konnte, während sie in den angrenzenden immer conservirt wurde. Theils aus diesem Grunde, theils weil der Dolomit genau aus dem Mineral $\text{Ca Mg C}_2\text{O}_6$ besteht, — mit winziger Beimischung von Silikaten, — und theils der auffallenden Mächtigkeit wegen darf der Dolomit-Marmor hauptsächlich als ein *chemisches* Sediment angesehen werden (S. 65—67). Dass der Dolomit nicht als ein aus Kalkstein durch später eingetretene chemische Metamorphose („Dolomitisation“) hervorgegangenes Erzeugniss aufgefasst werden kann, folgt daraus, dass chemisch reine Dolomitschichten öfter unmittelbar mit Schichten von Kalkstein abwechseln (S. 41—43, 54, 65—67). — Wo der Dolomit, wie z. B. an zahlreichen Stellen in Hatfjelddalen, von Quarz-Fahlerz-Adern durchsetzt ist, zeigt er eine cavernöse Structur, was sich von einer Metamorphose bei der Gangbildung herschreibt (siehe darüber eine folgende Arbeit „Vefsen und Hatfjelddalen“).

Die zu der „Tromsö Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe“ gehörigen äusserst mächtigen Schichtenserien, — mit dem Dolomit-Marmor und dem rothen Kalkspath-Marmor nur in den unteren und mittleren Niveaus der ganzen Reihe (S. 61—63), — bilden in dem inneren Theil des Fauske-Districts eine antiklinale Falte (Fig. 2), mit der Faltungsschneise gegen SSW-SW geneigt (S. 61—62). Hiermit übereinstimmend (cfr. *H. Reusch* „Bömmelöen og Karmöen“, S. 67—68) verlaufen die Streckungsrichtungen der Konglomerate (S. 34—37; Fig. 10) und der verschiedenen Schiefer und Kalksteine nicht senkrecht, sondern ungefähr horizontal und parallel dem Streichen (S. 67—68).

Einen unzweifelhaft zur archaischen Formation gehörigen Urgneis-District habe ich auf meinen Reisen in Nordlands Amt nirgends angetroffen. Ebenfalls scheinen Eruptivgesteine ziemlich spärlich

vertreten zu sein: Granit an diversen Lokalitäten (S. 16, 75, 113, 116; Fig. 15, 23; siehe auch die „Geol. Karte d. nördl. Norw.“; zahlreiche Granitgänge in dem äusseren Theil des Saltenfjords); — Gabbro in dem hohen Gebirgskomplex Sulitjelma (zum Theil frischer Olivingabbro; S. 75—78); bei Eiterjord in Beieren (von nickelhaltigem Magnetkies begleitet); zwischen Halsøen bei Mosjøen und Fustvand; — Saussuritgabbro bei dem Kupfererz-Lager bei Langvand (hierüber später); — ferner, Serpentin, mit Chromeisenstein, zum Theil auch Buntkupfererz, an zahlreichen Stellen in Hatfjeldalen und bei Røsvand, auf Rödö, Lurö, Lekö usw.; — Enstatit-Olivin-Fels bei Örnässet auf Melö (nach *Corneliussen*).

Eisenerz-Lager und Eisenglimmerschiefer (Näverhaugen in Salten, Fig. 3—6, S. 13—26; Dunderlandsthal—Langvand, Fig. 23—27 und Fuglestrand, Fig. 29, in Ranen, S. 97—106; geologische Uebersicht S. 119—124; Theorie der Sedimentation S. 125—156; practische Bedeutung S. 198—204). — Die „Tromsø Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe“ wird an den obigen und vielleicht noch an mehreren anderen (S. 120) Lokalitäten durch sehr mächtige und ausgedehnte Einlagerungen von Eisenerz (zum Theil Eisenglimmerschiefer) charakterisirt, die in den von mir untersuchten Feldern immer in intimer Verbindung mit dem kolossalen Kalkstein erscheinen, — nämlich hauptsächlich als separate Lager unmittelbar im liegenden des Kalksteins (Fig. 4, 6; 24, 25), seltener als Einlagerungen in den Kalkstein hinein (Fig. 3; 24, 27). — Bei Näverhaugen wird das Erzlager, — aus Eisenglanz, Quarz usw. in fein wechselnder Lagerung, siehe Fig. 5, bestehend, — beinahe continuirlich in einer Länge von mindestens ca. 8.5 kilom. verfolgt, an einigen Stellen jedoch vielleicht mit lokalen Verdrückungen; Mächtigkeit ziemlich variabel, von 0.5—1 m. bis zu 10—15 m.; in dem hangenden tritt theils unmittelbar der Kalkstein, theils zuerst ein „Skarnberg“-Schiefer (S. 17), von Mächtigkeit nur etwa 0.5—1 m., auf. — In der Nähe des Hofes Näverhaugen bildet das Erzlager eine eigenthümliche, sehr scharfe S-Biegung, die sich nur als eine Ueberschiebung nach der streichenden Richtung erklären lässt (Fig. 6, S. 18—20).

Das Feld des Eisenglimmerschiefers oder des Itabirits in Ranen (Fig. 23) erstreckt sich in einer Länge von 35—40 kilom.; in Dunderlandsthal begegnen wir zwei einander in jeder Beziehung entsprechenden kolossal mächtigen Kalkstein-Lagern, deren jedes einem Zweige einer antiklinalen Falte angehört und jedes im liegenden unmittelbar von Eisenglimmerschiefer begleitet ist; gelegentlich ist auch das Eisenerz in den Kalkstein hinein eingelagert (Fig. 24, 27). Die Mächtigkeit des Eisenglimmerschiefers bei dem Hof Dunderland, wo ich das Lager Schritt für Schritt in ca. 5.5 kilom. Länge verfolgt habe, wechselt zwischen ca. 10 und ca. 65 m., Mittel ca. 20—25 m., und sie erreicht bei Kvitinge, wo übrigens der Schiefer ziemlich eisenarm ist, nicht weniger als 95—100 m.

Auch mineralogisch und petrographisch sind die zwei Eisenerz-Lager bei Näverhaugen und in Ranen einanden beinahe völlig entsprechend: in beiden Feldern vorzugsweise *Eisenglanz* (Fe_2O_3 , in Dunderlandsthal als Eisenglimmer entwickelt) und wenig Magnetit, der letztere nur ganz ausnahmsweise überwiegend (Analyse No. 7, S. 102); dabei *Quarz* mit etwas Hornblende, Magnesia-glimmer, Granat, Epidot, Feldspath, ganz wenig Kalkspath, Titanit usw.; überall eine mässig hohe Apatit-Beimischung (im allgemeinen 0.06—0.36 % P, Mittel 0.15—0.20 % P = 0.33—2.0, Mittel ungefähr 1 % Apatit; Analysen S. 25, 102, 106, 199); nur ganz wenig Schwefel und Titan; 0.2—1 % MnO; selbst die „schlackenbildenden Bestandtheile“ (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO, MgO usw.) im Durchschnitt sehr nahe übereinstimmend (Analysen S. 102, 199).

Die Erzlager bestehen aus einer Reihe verschiedener Schichten, oft von stark wechselndem Eisengehalt, von etwa 10—20 bis zu 60—65 % Eisen; einzelne Schichten sind allerdings so reich, dass sie sich bergmännisch ausbeuten lassen, im grossen Ganzen müssen jedoch die Lager an den meisten Stellen als eisenarm aufgeführt werden. Dass die totale Eisenmenge trotzdem, besonders in Dunderlandsthal, wo der Eisenglimmerschiefer (Itabirit) in grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit als an irgend einer anderen bisher bekannten Stelle in Eu-

ropa entwickelt ist, höchst bedeutend ist, und dass sie mit dem, selben Maasse wie die bekannten nordschwedischen „Erzberge“-Gellivara, Kirunavara usw., gemessen werden muss, lässt sich leicht durch eine skizzierte Berechnung erweisen (S. 103—106).

Die cambrischen (?) Eisenerze in Nordland entsprechen (S. 121—122) unter den archaischen Erzlagerstätten des mittleren Schwedens besonders den sogenannten „Torrsten“-Erzen („Trockenerz“, giebt nämlich beim Verschmelzen eine trockene, d. h.: SiO_2 -reiche Schlake): Beide Arten Erz sind mit überwiegend viel Quarz und sauren Silikaten, dagegen nur mit ganz wenig Karbonat und basischen Silikaten versetzt; in beiden Fällen im allgemeinen mässig viel Apatit, ganz wenig Kies (Schwefel-Gehalt), ziemlich niedriger MnO-Gehalt, überwiegend viel Eisenglanz im Verhältniss zu Magnetit; endlich zeichnen sich die „Torrsten“-Erze vor den übrigen archaischen Eisenerzen dadurch aus, dass sie mehr als normale Schicht und also weniger als kurze lenticulär begrenzte Massen auftreten.

Die „Torrsten“-Erze sind wiederum mit den übrigen zu derselben Hauptgruppe gehörenden Eisenerzen im mittleren Schweden durch zahlreiche Uebergänge verbunden; wir gelangen somit zu dem Schluss, dass die schwedischen, der archaischen Formation angehörigen Eisenerz-Lagerstätten, mit Typus Danne-mora-Persberg-Norberg-Grängesberg, wie auch die ihnen entsprechenden (S. 123—124) norwegischen mit Typus Arendal - Kragerö und die wahrscheinlich cambrischen mit Typus Näverhaugen-Dunderlandsthal in den grossen Zügen in derselben Weise gebildet sind¹⁾.

Besonders von schwedischen und amerikanischen, zum Theil auch von deutschen Forschern (Literatur S. 123—124) ist ent-

¹⁾ Ausserhalb dieser Gruppe der Eisenerz-Lagerstätten sind in Skandinavien auch repräsentirt (S. 122—124): 1) Durch pneumatolytische Prozesse gebildete Eisenerze; 2) „Ausscheidungen“ in basischen Eruptivgesteinen. Dabei: Die Lagerstätten mit Typus Gellivara-Kirunavara, die nicht in Verbindung mit Kalksteinen auftreten, und die somit nicht in jeder Beziehung dem Typus Danne-mora-Perberg-Arendal-Näverhaug entsprechen (S. 124, 198); aus diesem Grunde nehmen wir hier auf die nordschwedischen Eisenerze, wie auch auf die norwegischen in dem „tiefen Urgneis“ (S. 125, 129) auftretenden Erze keine Rücksicht.

wickelt worden, dass die vorliegende in der cambrischen und in dem oberen Theile der archaischen Formation ziemlich stark vertretene Erzlagerstätten-Gruppe sedimentären Ursprungs ist, — und zwar muss dies aus den folgenden Gründen mit Sicherheit geschlossen werden können:

1) Die vorliegenden Erze verlaufen immer parallel den Schichten und nehmen an allen Faltungen und Biegungen Theil; Ueberschneidungen sind bei den tausendfach untersuchten Vorkommnissen nie constatirt (S. 120—121).

2) Die Lagerstätten sind in typischer Weise geschichtet, bestehen nämlich am öftesten aus einer Reihe mineralogisch und chemisch stark differirender, willkürlich wechselnder Schichten (S. 16, 97—101, 121).

3) Jede einzelne Gesteinsserie oder jedes stratigraphische Niveau wird durch bestimmte Typen von Eisenerz-Lagerstätten charakterisirt (S. 119—120, 127, 130—132).

4) Die vorliegenden Lagerstätten treten hauptsächlich oder beinahe ausschliesslich in nächster Verbindung mit den besonders in der archaischen Formation sehr spärlich vorhandenen Ablagerungen von Kalkstein und Dolomit auf (S. 125, 127—130).

5) Unsere Erzlagerstätten bilden eine mineralogisch und noch besser chemisch, durch die Metall-Kombination Fe und Mn (S. 126, 132—133) gut charakterisirte und ziemlich eng begrenzte Gruppe, die scharf von den durch irgend welche Emanationsprocesse gebildeten Lagerstätten-Gruppen (hauptsächlich Cu, Ni, Co, — Zn, Pb, Ag, — Sn, Fe usw. enthaltend) unterschieden werden kann (S. 132—133; 159, 178—182).

6) Eine bestimmte Untergruppe der Eisenerz-Lagerstätten, nämlich die basischen und gleichzeitig Mn-reichen Erze, wird oft durch Graphit oder organische Substanz bezeichnet (S. 140-141), und an einigen archaischen Erzlagern in den Vereinigten Staaten begegnen wir sogar der Kombination Spatheisenstein + Kohle oder organische Substanz (S. 140), dem „Kohleneisenstein“ oder den „Blackbands“ entsprechend.

7) In sämtlichen jüngeren Formationen treten unzweifelhaft sedimentäre Eisenerz-Ablagerungen auf (Beispiel:

Wiesen-, See- und Sumpferze in der Gegenwart; Eisenoolith in Jura; Kohleneisenstein in der Steinkohlenformation); a priori sind somit entsprechende Ablagerungen auch in den ältesten Schiefen zu erwarten (S. 139).

8) Zum Schluss mag auch hervorgehoben werden, dass die vorliegende Eisenerzgruppe, — im Gegensatz zu einer Reihe übriger Lagerstätten, — in keiner constanten Relation zu irgend welchem Eruptivgestein steht (S. 123, 126, 138—139; 178—182).

Dass unsere Eisenerze nicht als intrusive Eruptiv-Lagergänge aufzufassen sind, bedarf keiner näheren Erörterung. — Gelegentlich ist die Auffassung geltend gemacht worden, dass die vorliegende Lagerstätten-Gruppe, — gleich den S. 123 erwähnten Eisenerzen, — durch pneumatolytische Prozesse gebildet worden sei; als wichtigster Stützpunkt für dieselbe müsste dann angeführt werden, dass unsere Erze, *mineralogisch* wie auch *structuell*, zum Theil gerade durch diejenige Mineral-Kombination (Granat, Epidot, verschiedene Augite, ausnahmsweise Vesuvian und Skapolith) bezeichnet werden, die in den Kalksteinen und kalkreichen Schiefen durch Contact-Metamorphose wie auch durch die von pneumatolytischen Processen begleitete Metamorphose ¹⁾ hervorgerufen wird. Es mag jedoch hervorgehoben werden, dass die letzteren Mineralien im allgemeinen jedem „Urkalkstein“ gehören, gleichgültig ob dieser von Eisenerz-Lagerstätten begleitet ist oder nicht, d. h.: die Mineralien erscheinen nicht nur als Resultat einer speciellen Contact-Metamorphose, sondern auch als Resultat derjenigen generellen Metamorphose, welcher die archaische Formation unterworfen gewesen ist (S. 150—151; S. 121, 147). Ferner, gerade dasjenige Silikat-Mineral, nämlich Quarz, das in reichlichster Menge in unseren Eisenerzen auftritt, gehört nicht zu der in Kalkstein und kalkreichen Schiefen durch Contact-Metamorphose gebildeten Mineralgruppe. — Eine Bildung durch pneumatolytische Prozesse würde scharf gegen die sub 2, 3, 5 und 6 aufgeführten Kriterien streiten, auch nicht die sub 1, 4, 7 und 8 erklären können.

¹⁾ Siehe eine Arbeit von mir „Jernertsar m. m. ved yngre granit og syenit“ (Norske ertsforekomster. No. I, Archiv f. Mathem. og Naturv. B. 9).

Dass unsere Erzlagerstätten *in situ* und nicht durch metasomatische Prozesse, — z. B. durch Infiltration von FeCO_3 -Lösungen auf Kalklagern, wodurch CaCO_3 gelöst und FeCO_3 hätte ausgefällt werden können, — erklärt werden können, ist näher S. 137—138 erörtert worden.

Die vielen verschiedenen zu der vorliegenden Erzlagerstätten-Gruppe gehörigen Vorkommnisse differiren freilich unter einander oft stark, jedoch lässt sich eine Reihe genereller Kriterien aufstellen, denen eine genetische Bedeutung zugeschrieben werden muss.

1) Die Eisenerz-Lager erscheinen auffallend oft, obwohl nicht immer, zusammen mit oder in der nächsten Nähe von Kalkstein oder Dolomit (S. 127—130; 217); hinsichtlich einzelner Felder (z. B. Nordland) lässt sich feststellen, dass die Eisenerze auf einem früheren Stadium als der begleitende Kalkstein (oder Dolomit) gebildet worden sind (S. 130).

2) Trotz dieser intimen Verknüpfung treten die Eisenerze (Magnetit und Eisenglanz) selbst nur untergeordnet in den Kalkstein oder Dolomit hinein auf, sind vielmehr am öftesten hauptsächlich mit Quarz oder einem ziemlich SiO_2 -reichen Silikatgemisch gemengt (S. 125—126, 130—132).

3) In die Eisenerze geht immer oder beinahe immer etwas Mn hinein (S. 126 132; 217), während umgekehrt Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Sb, Bi usw. nur ganz sporadisch vorhanden sind oder gänzlich fehlen (S. 126, 132—133); ganz wenig TiO_2 und S (S. 132); gelegentlich etwas gediegenes Gold (S. 133—134).

4) Apatit nebst anderen Phosphorsäure-Mineralien sind in stark wechselnder Menge vorhanden, im grossen Ganzen etwas reichlicher als in den angrenzenden Schiefen und Kalksteinen (S. 126, 134—136).

Auf Grunde der intimen Verknüpfung zwischen unseren Eisenerzen und den Kalkstein- und Dolomit-Ablagerungen und ferner auf Grunde der Analogie zwischen einerseits den archaischen und cambrischen Magnetit- und Eisenglanz-Lagern und andererseits den Spath-, Braun- und Rotheisenstein-Ablagerungen

der jüngeren Formationen nebst den modernen See- und Morasterz-Bildungen wird der Schluss gezogen (S. 138—139), dass unsere Erze durch Sedimentation von Eisenoxyd~~ul~~karbonat-Lösungen entstanden sind; zwar dürfen wir auch voraussetzen, dass die Karbonat-Lösungen, in den früheren Zeiten wie in der Jetztzeit, vornemlich entstanden durch Destruction schon vorhandener Gesteinsserien (S. 138, 143). — FeCO_3 zeigt bekanntlich eine sehr starke Tendenz zu höherer Oxydation, z. B. durch den im Wasser aufgelösten Sauerstoff (S. 139—140); eine Aussonderung als Fe CO_3 kann somit nur eintreten, wenn die Oxydation durch Kohle oder Organismen besonders verhindert oder erschwert wird. — Dass bei den archaischen und cambrischen Lagerstätten, auf gleiche Weise wie bei den modernen Seeerzen, das Eisen vorzugsweise direct als Oxydhydrat (oder Oxyd, S. 141—142) ausgeschieden wurde, ergibt sich hauptsächlich dadurch, dass wir oft scharf von einander getrennten und oft intim mit einander wechselnden Schichten einerseits von beinahe Kalk- und Magnesia-freiem Eisenerz und andererseits von beinahe eisenfreiem Kalkstein (und Dolomit) begegnen (S. 140); dabei fehlt in den meisten Fällen jede Spur von organischer Substanz, welche die Oxydation hätte verhüten können (S. 140—142). Nur bei vereinzelt, den „Kohleneisenstein“-Lagern entsprechenden Vorkommnissen, z. B. bei einigen archaischen Lagerstätten von Spatheisenstein, mit Kohle gemengt (S. 140, 142) und einigen schwedischen „Blandstenar“ und „Manganeisenerzen“ (d. h. : manganhaltigen Eisenerzen, mit Karbonaten, in vielen Fällen auch mit organischer Substanz gemengt) dürfen wir eine primäre Aussonderung, als Karbonat (Fe CO_3), voraussetzen.

Durch die Oxydation, nach Schema $2 \text{Fe CO}_3 + \text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{CO}_2$, wird freie Kohlensäure generirt; hierdurch (S. 143-147)

a) wird der Ausscheidung von Ca CO_3 (und Mg CO_3) gleichzeitig mit derjenigen von Fe_2O_3 (oder Oxydhydrat) entgegen-gewirkt;

b) Aussonderung von Kieselsäure hervorgerufen;

c) die in der Auflösung vorhandene Phosphorsäuremenge

wird gänzlich oder zum Theil niedergeschlagen, wenn Eisenoxyd (oder Oxydhydrat) im Wasser suspendirt wird;

d) *Manganoxydulcarbonat* wird nicht so schnell wie das entsprechende *Eisensalz oxydirt*; die Hauptmasse des Mangans wird somit auf einem späteren Stadium, je nach den örtlichen Umständen als Oxyd (Hyperoxyd), Oxydhydrat oder Carbonat (z. T. zusammen mit CaCO_3 , MgCO_3), — ausgeschieden.

Dass die Aussonderungen in der That in der angegebenen Reihe, nämlich zuerst Eisenoxyd mit Kieselsäure und Phosphorsäure nebst etwas Mangan, später die Hauptmasse des Mangans und zum Schluss Kalk- und Magnesia-Karbonat, — stattfinden muss, ist durch zahlreiche übereinstimmende Untersuchungen über die Absätze von heissen Quellen, Salzsoolen usw. verificirt worden (siehe zahlreiche Citate, S. 145—147).

Zum Vergleich mag eingeschoben werden, dass die hauptsächlich durch Aussonderung bei Oxydation von Carbonat-Lösungen entstandenen See- und Morast-Erze¹⁾ in der That aus Eisenoxydhydrat mit ziemlich bedeutenden SiO_2 - und P_2O_5 -Gehalten, dagegen mit verschwindend wenig Carbonat (CO_2) bestehen; Mn in auffallend reichlicher Menge, gelegentlich Spuren von TiO_2 , Cu, Ni, Co, Zn, As usw.

32 Analysen (nach <i>Stapff</i>)			2 Analysen (nach <i>Cronquist</i>)	
		Mittel		
Fe_2O_3	43.2—75.7	62.6	54.0	52.4
Mn_2O_3	0.40—34.7	5.6	3.3	5.6
SiO_2	5.5—41.3	12.6	22.2	22.1
Al_2O_3	1.2—7.9	3.6	3.2	3.8
CaO	0.27—3.1	1.4	2.0	2.8
MgO	0.02—0.73	0.19	2.0	2.1
P_2O_5	0.05—1.21	0.48	P=0.12	0.93
SO_3	Spur—0.43	0.07	S=0.07	0.06
H_2O (incl. organ. Subst.)	7.6—17.8	13.5	12.6	11.1

¹⁾ Literatur: *F. M. Stapff*, *Jernkontorets Annaler*, 1865; *A. E. Arppe*, *Öfvers. af Finska Vetensk.-Soc. Förh.* B. XI, 1868—69; *C. E. Bergstrand*, *A. F. Thoreld*, *A. V. Cronquist* i *Geol. Fören. Förh.* B. 2, S. 335—340, B. 3, S. 20—40, B. 5, S. 402—414.

Auch auf dem Grunde mehrerer der grossen Weltmeere hat man dem Seeerz gleichende „Mangan-Knollen“ gefunden, welche möglicherweise aus ganz analogen Bildungsprocessen hervorgegangen sein dürften (S. 147—148).

Diejenigen chemischen Processe, die sich als unmittelbare Consequenz der Oxydation der Eisen- (und Mangan-)Oxydulkarbonate ergeben, erklären (S. 149—152):

1) Dass die archaischen und cambrischen Magnetit- und Eisenglanz- (in den Vereinigten Staaten auch Spatheisenstein-) Ablagerungen in den grossen Zügen in einer sehr intimen Verbindung mit Kalkstein (und Dolomit) erscheinen (S. 219).

2) Dass die Niederschläge der Eisenerz-Kalkstein- (Dolomit-) Serien jedenfalls an mehreren Stellen mit der Aussonderung von den Eisenerz-Lagern eingeleitet wurden (S. 219).

3) Dass die Eisenerze, obwohl so oft in und bei Kalkstein (Dolomit) auftretend, trotzdem vorzugsweise nicht mit Carbonaten, sondern mit Silikaten, namentlich Quarz und SiO_2 -reichen Silikatgemischen, gemengt sind. — Diejenige Kieselsäure, mit etwas Thonerde, Kalk, Magnesia usw. (S. 218), die gleichzeitig [mit dem Eisenoxyd ausgeschieden wurde, schlug sich unter denselben Bedingungen wie die im Urkalkstein auftretenden Silikate nieder und erlitt später dieselbe Metamorphose; daher die mineralogische und structuelle Analogie.

4) Dass die Eisenerze einerseits immer oder beinahe immer etwas Mn, zum Theil in relativ bedeutender Menge enthalten, während andererseits Cu, Pb, Zn, Ni, Co usw. beinahe vollständig fehlen.

5) Dass wir gelegentlich an einer und derselben Lokalität (z. B. Långban, Nordmarken) getrennten, selbständigen Lagern a) von SiO_2 -reichem und b) von Fe_2O_3 -armem, Ca CO_3 - und Mg CO_3 -führenden Manganerz begegnen (S. 153; S. 144, 147, 149); ebenfalls, dass die den Eisenerzlagern angrenzenden Kalksteine und Dolomite im grossen Ganzen relativ reicher an Mn und ärmer an Fe als die Eisenerze selber sind (S. 149—150).

6) Dass die Eisenerze, — in ähnlicher Weise wie die modernen See- und Sumpferze, — im grossen Ganzen, obwohl mit

zahlreichen Ausnahmen, sich durch höhere Apatit- oder P-Gehalte als die umgebenden Schiefer und Kalksteine auszeichnen (S. 150; 219).

7) Von den seltenen Elementen ist es eigenthümlicher Weise gerade Au, als gediegenes Gold, das gelegentlich in relativ grösserer Menge in dem Eisenerz auftritt (z. B. in „Itabirit“ in Brasilien, Carolina, Afrika; Schweden; S. 133—134); dies lässt sich leicht durch die Reductionseinwirkung von *Eisenoxydul*-Karbonat (statt jetzt in Praxis -Sulfat) auf AuCl_3 erklären (S. 151—152). Analogie: Gediegenes Gold ist in Australien mehrmals in Brauneisenstein-Stalaktiten angetroffen worden (zufolge einer neulich erhaltenen privaten Mittheilung von Mr. I. E. Carne, Sidney).

8) Endlich mag hervorgehoben werden, dass die Analogie mit den selbst in gleichmässig tiefen Seen immer unregelmässig begrenzten Ablagerungen der Seeerze die lenticuläre Form unserer Magnetit- und Eisenglanz-Lagerstätten beleuchtet.

Die in Schweden und Norwegen auftretenden sedimentären Eisenerzlagerstätten lassen sich in eine Reihe charakteristischer Untergruppen theilen, nämlich (mit den schwedischen Namen): „Torrsten“, „Quicksten“ mit „Enbärt gående“, „Blandsten“ und „Manganmalme“ (S. 127, 131—132, 152—153), die in der angegebenen Reihenfolge sich a) durch schlackenbildende Bestandtheile von abnehmendem Kieselsäuregehalt und zunehmender Menge von basischen Silikaten und Karbonaten auszeichnen (S. 131—132; „Torrsten“ beinahe nur mit Quarz gemengt); ebenfalls begegnen wir in den grossen Zügen auch b) einem wachsenden Mangan- und c) einem abnehmenden Apatit-Gehalt.

Diese chemischen Kriterien wiederholen sich so oft, dass ihnen eine theoretische Bedeutung zugeschrieben werden muss. Wahrscheinlich stehen sie in der nächsten Verbindung mit den Details bei der Reihenfolge der Aussonderungen (S. 153—156): Bei einem normalen Oxydationsprocess ($2\text{FeCO}_3 + \text{O}$) wird Fe_2O_3 mit relativ viel SiO_2 und P_2O_5 , aber nur mit ganz wenig Mn ausgeschieden, es mag somit ein „Torrsten“ selbst aus einer Mn-reichen Auflösung resultiren (S. 153—154); — umgekehrt,

wo der Oxydation aus irgend einem Grunde (z. B. Vorhandensein von organischer Substanz) entgegengewirkt oder sie verlangsamt wird, und die Aussonderungen somit erst bei der Verdunstung der Kohlensäure in grösserem Maasstabe beginnen konnten, erfolgen gleichzeitig Niederschläge von Eisen, von einem wesentlichen Theil des vorhandenen Mangangehalts, und ferner von etwas Kalk- (und Magnesia-)Karbonat, — wir erhalten somit auf diese Weise ein Mn-reiches Eisenerz, mit Karbonaten und basischen Silikaten gemengt (S. 153—155). Analogie: die primär gebildeten Spatheisenstein-Lagerstätten der jüngeren Formationen zeichnen sich durch relativ höhere Mn-Gehalte als die primären Braun- und Rotheisensteine aus (S. 154).

Kupfererz-Lagerstätten. Die wichtigsten bis jetzt in Nordland bekannten Kupfererz-Lagerstätten finden sich bei Langvand in Salten, unmittelbar am Fuss des Sulitjelma (S. 79—92; Pl. V), wo die verschiedenen zu der „Sulitjelma Schiefergruppe“ (silurisch?) gehörigen Glimmer- und phyllitischen Schiefer eine flach schwebende Lagerstellung einnehmen (S. 70—73; Fig 15, 17; Schema Fig 16). Auf beiden Seiten des Langvands erscheint in einem bestimmten (S. 73, 83—84) Schieferniveau, von Mächtigkeit etwa 30—60 bis 100 m., eine Reihe mehr oder weniger ausgeprägt lenticulär begrenzter Kiesmassen (Mächtigkeit bei Furulund Grube bis 5—8 m.), die immer parallel den Schichtflächen eingelagert sind, und die nach den Seiten hin, in der Fortsetzung des Lagers, sich nach und nach in schwach kiesführenden Schiefern („Fahlbändern“) verlieren. Das ausgehende der Kieszone lässt sich auf den zwei Seiten des Langvands in ca. 6—8 und 5—6 kilom. Länge verfolgen; und das Areal des wegerodirten Luftbogens beträgt etwa 20—30 kilom.²; die totale Lagerstätte hatte natürlicher Weise ursprünglich eine bedeutend grössere Ausdehnung (S. 160). Man könnte somit hier sich versucht fühlen den Ausdruck „Kiesflötz“ zu benutzen, und man könnte einen Vergleich anstellen mit dem bekannten permischen Kupferschiefer, z. B. bei Mansfeld-Eisleben. Zwischen den zwei Lagerstätten giebt es jedoch den sehr wichtigen Unterschied,

dass bei dem Kupferschiefer die Erzvertheilung über die ganze Ausdehnung ziemlich gleichmässig ist, während wir bei Langvand einer Reihe Kieslinsen begegnen, die unter einander nur durch spärliche und arme Fahlbänder verbunden sind.

Die Kiesmassen, — aus Kupferkies, Schwefelkies, Magnetkies, etwas Zinkblende, nebst Quarz, Hornblende, Biotit, Zoisit, Epidot, Titanit usw. zusammengesetzt, — bestehen selber aus einer Reihe willkürlich wechselnder, mineralogisch und chemisch differenten Schichten, und wechseln ausserdem auch mit eingelagerten Schieferpartien (S. 80, 85).

Im hangenden werden mehrere der wichtigsten Lagerstätten bei Langvand von einer Suite Amfibol- und Amfibol-Zoisit-Schiefer, mit etwas Glimmer- und Chlorit-Schiefer begrenzt; unmittelbar im liegenden dagegen zuerst Glimmer-, Chlorit-, Garben- und Quarz-Schiefer, — darunter auf einigen Stellen Saussuritgabbro (Zoisit-Amfibolit; S. 88—92).

Andere Kies- und Kupfererz-Lagerstätten im südlichen Theil des Nordlands bei *Bosmo* in Ranen (S. 106—112, Fig. 28; grobkrySTALLINISCHER Schwefelkies, arm an Kupfer, in einem Lager von ein wenig über 1 kilom. Länge und an einer Stelle von einer Mächtigkeit bis zu 7—8 m.) und bei Svalengen in Ranen (S. 117—118, Fig. 29; Magnetkies-Kupferkies).

In geologischer Beziehung sind diese Lagerstätten in Nordland genau mit den in regionalmetamorphosirten silurischen (und cambrischen?) im südlichen Norwegen in drei verschiedenen Feldern (Vignäs-Varaldsöen an Karmöen-Hardanger; Grimelien an Söndfjord; Foldal-Röros-Meraker-Ytteröen in Trondhjem Stift) heimischen Kiesvorkommnissen zu vergleichen.

Ueber die Genesis (S. 156—183) dieser Lagerstätten hat grosse Meinungsverschiedenheit geherrscht (S. 157—158); Geologen und norwegische Bergleute in der ersten Hälfte des Jahrhunderts sahen sie an als sedimentäre Lager, eine Auffassung, die in den späteren Jahren namentlich von *A. Helland*¹⁾ geltend

¹⁾ Dieser betrachtete die sämmtlichen Kieslager in Trondhjem Stift als gleich alt, was aber in der That nicht der Fall ist; die Bildung der Kiese wurde durch einen Reductionsprocess, von Sulfat zu Sulfid, durch organische Substanz

gemacht wurde; umgekehrt haben andere Forscher, namentlich *Th. Kjerulf*, das Hauptgewicht gelegt auf die enge Verbindung der Kiesvorkommnisse mit Eruptivgesteinen, namentlich Gabbro (Saussuritgabbro), welcher letztere als ein instrusives Eruptiv aufgefasst wurde. In Uebereinstimmung damit wurde der Kies als eingedrungen in offene Räume in Schiefer betrachtet.

Die wichtigsten geologischen Kriterien sind:

1) Die vorliegenden Kiesvorkommnisse treten ausschliesslich in Schiefeln auf (159, 177—178), und zwar sind sie hier immer, in den hundert verschiedenen Lokalitäten, genau nach den Schichtflächen eingelagert, selbst bei horizontaler oder schwach schwebender Stellung der Schichten (S. 159—162, 170—174; Beispiel Langvand, Fig. 15; Muggruben, 1050 m. lang, Fall 3°—6°; Fig. 32). — Die Kiese nehmen an sämtlichen Faltungen und Biegungen der Schiefer Theil; Ueberschneidungen sind nie wahrzunehmen, ausgenommen vereinzelte Miniatur-Sprünge, die durch Knickung und Pressung erklärt werden können (S. 162—163; Fig. 18—19).

2) In einzelnen Feldern (z. B. bei Langvand) begegnen wir einer Reihe verschiedener Kiesablagerungen, demselben stratigraphischen Niveau angehörig (S. 160—161).

3) In genetischer Beziehung muss entscheidendes Gewicht darauf gelegt werden, dass die Vorkommnisse selber aus ausgeprägt wechselnden, chemisch und mineralogisch differenten Schichten bestehen (S. 80, 166; im Gegensatz hierzu mögen z. B. die massigen Lagerstätten von nickelhaltigem Magnetkies hervor gehoben werden).

4) Unsere Kieslagerstätten enthalten gelegentlich etwas organische Substanz (S. 160, 166).

Aus diesen Gründen wird geschlossen (S. 165—166), dass die vorliegenden Kiesvorkommnisse sedimentär sind, d. h.: sie sind im Wasser abgesetzt, und die Bildung fand *nach* der Ablagerung des liegenden und *vor* derjenigen des hangenden statt.

(Beispiel: Gürtel von Tang an der Küste) erklärt oder illustriert. Auf die Relation zwischen den Kiesvorkommnissen und dem Saussuritgabbro wurde keine Rücksicht genommen.

5) Innerhalb aller 4 Felder (Karmöen-Hardanger, — Søndfjord, — Trondhjem Stift, — Salten-Ranen), wozu unsere Lagerstätten sich gruppieren, erscheint in der nächsten Nähe der grösseren Anzahl der Lagerstätten, namentlich beinahe immer bei den grösseren, ein bestimmter Massiv, Saussuritgabbro (S. 166—168), der im allgemeinen in einem stratigraphischen Abstand auf etwa 10—200 m. von den Kiesmassen zu finden ist (S. 88—92, 167, 170—174; Fig. 15, 17, 32—34).

Der Saussuritgabbro ist ein dynamometamorphisches Product (S. 178) eines ursprünglich mässig grobkörnigen, hypidiomorphen, gelegentlich porphyrischen Augit-Plagioklas-Gesteins (selten mit Enstatit, nach *Reusch*, S. 169; ebenfalls selter mit Olivin, S. 182), d. h.: ein Gabbro, gelegentlich mit Uebergang zu Diabas und Diabasporphyr, dessen Plagioklas zu Zoisit, gelegentlich mit Epidot, Granat, Muscovit, Chlorit, Quarz, neugebildetem Albit, und dessen Augit zu Hornblende (Strahlstein), gelegentlich mit Chlorit, Granat (und Rutil) umgewandelt worden ist (S. 90—91, 169); bei der Metamorphose (des titanführenden Augits?) ist neugebildeter Rutil ausgeschieden worden, der wiederum zum Theil secundär zu Titanit umgebildet worden ist (S. 91; Fig. 22).

Der Saussuritgabbro erscheint bei unseren sämtlichen bis jetzt untersuchten Kiesfeldern als grössere oder kleinere in den Schiefeln lenticulär eingelagerte Massen (S. 89, 169—174; Fig. 15, 17, 20, 21, 32—34), die — wie bei so vielen entsprechenden Vorkommnissen — durch schrittweise Uebergänge (Flasergabbro, Gabbroschiefer, Augengabbro, Zoisit-Amphibolschiefer, Amphibolschiefer zuerst mit ganz wenig und später ohne irgend welchen Plagioklas oder Zoisit) mit den umgebenden Schiefeln petrographisch und geologisch verbunden sind (S. 89—90, 169—177); zwar verändert sich die mineralogische und chemische Substanz des Gesteins constant mit dessen Structur, indem der Plagioklas- oder Saussurit-(Zoisit-)Bestandtheil zuerst Schritt für Schritt abnimmt und später gänzlich verschwindet, je mehr flaserig und später ganz schiefrig das Gestein wird. Aus diesen Gründen lässt sich (cfr. *Tealls* Untersuchung, S. 176) unser Gabbro (und Diabas), der gelegentlich von grobkörnigen Gabbrogängen

durchsetzt ist, und welcher auch Bruchstücke der angrenzenden Schiefer enthält (S. 173, 175), nicht als ein *intrusives* Eruptiv auffassen; im Gegentheil, die Eruptionen fanden nach aller Wahrscheinlichkeit gleichzeitig mit der Sedimentation der Schiefer statt (S. 176—177; cfr. *Reusch* „Bömmelöen og Karmöen“).

Die intime Verknüpfung der Kieslagerstätten mit dem dynamo-metamorphosirten Gabbro lässt sich jetzt ganz einfach dadurch erklären, dass die Eruptionen von bestimmten Emanationen (z. B. von Chloriden von Fe, Cu, Zn usw.) begleitet waren (S. 178—181); die Metallsalze wurden im Wasser des Sedimentations-Bassins gelöst und später (z. B. durch Schwefelwasserstoff, als vulkanisches Exhalationsproduct, S. 178) daraus ausgefällt. In dieser Weise mag es auch erklärt werden, dass die Kiesablagerungen sehr oft durch eine lenticuläre Form, „Lineal“-Form, gekennzeichnet sind (S. 163—164, 178—179), und dass an mehreren Stellen verschiedene Kieslager auf einander folgen, eines gerade über dem andern und ebenfalls gerade über oder gerade unter dem Saussuritgabbro (S. 179—180).

Die basischen Eruptive sind bekanntlich vorzugsweise von Sulfiderzen (namentlich von Kupfer und Nickel) begleitet (S. 180—182), was Emanationen von bestimmter Art zugeschrieben werden muss. Zwar sind die zwei wichtigsten und am meisten verbreiteten Kies-Gruppen in Norwegen und zum Theil in Schweden alle beide an Gabbro geknüpft: die Vorkommnisse von nickelhaltigem Magnetkies, Typus Ertelien-Klefva (S. 181), mit wenig Kupferkies ($\text{Cu} : \text{Ni} (\text{Co}) = 1 : \text{ca. } 1.5-4$) erscheinen gewöhnlich als primäre Aussonderungen in den Gabbro (in den meisten Fällen Norit seltener Olivingabbro) hinein, hauptsächlich als Contactbildung gegen die angrenzenden Schiefer, gelegentlich auch als Apophysen in die letzteren hinein; die in dieser Abhandlung besprochenen Kiesvorkommnisse (mit $\text{Cu} : \text{Ni} (\text{Co}) = 1 : 0.1-0.01$) dagegen als Sedimentärbildung in der Nähe des Gabbros.

Geologisch sind diese zwei im allgemeinen bisher scharf von einander gesonderten Erzlagerstätten-Gruppen dadurch verbunden, dass in einzelnen Lokalitäten in Trondhjem Stift Repräsentanten jeder Gruppe in unmittelbarer Nähe von einander zu Tage treten

(S. 181—182): nickelhaltiger Magnetkies innerhalb des Gabbros und als Contactbildung (gegen Schieferbruchstücke, vielleicht auch gegen den angrenzenden Schiefer), Schwefelkies-Kupferkies-Ablagerungen dagegen innerhalb der Schiefer, in der Nähe der Gabbros. Die Erzbestandtheile rühren wahrscheinlich in beiden Fällen von denselben Eruptions-Emanationen her, nur schreibt sich die Bildung der endlich resultirenden Erze von etwas abweichenden Processen her (in dem einen Falle eine Aussonderung in einem Eruptivmagma, in dem anderen eine Ausfällung aus wässeriger Lösung; S. 182).

Ueber den Vergleich zwischen den norwegischen in Schiefer heimischen Kiesvorkommnissen, mit Typus Langvand-Röros-Vignäs, und ausländischen mineralogisch-chemisch und wohl auch geologisch analogen Lagerstätten, z. B. Rammelsberg bei Gosslar, Harz, Agordo in den venetianischen Alpen, Rio Tinto, Tharsis usw. in Spanien (Portugal) verweisen wir auf S. 182—183 und eine ältere Abhandlung von mir „Foldalens Kisfelt“, S. 41—43.

Til plancherne.

Pl. I.

Fig. 1, kart over den indre del af Salten og Sørfolden (Næverhaugen—Fauskeidet—Langvand).

Pl. II.

Fig. 2, profiler over partiet Næverhaugen—Fauskeidet—Langvand.

No. 1—3 over Næverhaugdalen; no. 1 over Hals- og Hummelvand; no. 2 over Næverhaugen gaard (N), cfr. fig. 4, no. 1; no. 3 over Jordbro (J) og Østenkløft (Ø), cfr. fig. 4, no. 2.

No. 4 over Strømsnæs (Str.).

No. 5 langs Skjærstadvjorden, fra Alfnæs forbi Vensset, Holstad (H), Røvik (R) og Klungset (Kl.) til bunden af Klungsetbugten.

No. 6 over Røsvikdalen, nær Røsvik kirke.

No. 7—10 over Fauskeidets dolomit-marmor—kalksten—kvartsskifer-drag; no. 7 over Dypvik (D), cfr. fig. 7, no. 1; no. 8 over Kvitblik (Kb), cfr. fig. 7, no. 2; no. 9 over Tveraa, cfr. fig. 7, no. 3; no. 10 lidt nordenfor Tortenli, cfr. fig. 7, no. 4.

No. 11 ved bunden af Sørfolden, fra Dypvik til Strømbotten.

No. 12 over Øinæs-tangen, over Lund (L), cfr. fig. 8, no. 1.

No. 13—14 over Øinæs-halvøen; no. 13 over Knurvik (Kn), cfr. fig. 8, no. 3; no. 14 langs sydsiden af halvøen, over Øinæs, cfr. fig. 8, no. 4.

No. 15, langs nordsiden af Nedrevand, forbi Vatne (V), Mosti (M) og Os (O).

No. 16, langs nordsiden af Øvrevand; no. 15 b over Størvikdalen, sydsiden af Øvrevand.

No. 17, over Leifsætodden, nord for Leifsæt, cfr. fig. 9, no. 1; no. 18 over sydspidsen af Leifsætodden, ved Leifsæt (Lf), cfr. fig. 9, no. 2.

No. 19, langs NO-siden af Skjærstadvjorden, fra Leifsæt forbi Kvænflaet (Kf) henimod Saltdalen.

No. 20, langs sydsiden af Skjærstadvjorden, ved Tjetnæs (T).

No. 21. Fra Kvandal (Kv) til dolomit-marmorbrud no. 1, sydsiden af Skjærstadvjorden.

No. 22. Fra Skjønstu (Skj.) over Middagsfjeldet til „Fossen“ (F) og Osbakken (Os.), videre langs NO-siden af Landvand; fortsættelse fig. 15, a.

Pl. III. Næverhaugens jernglans-felt.

Fig. 3 oversigtskart; — *fig. 4* tverprofiler, over Næverhaugen (N) og Jordbro (J), Østenkløft (Ø), cfr. fig. 2, no. 2—3; — *fig. 5* udvisende „randig malm“; — *fig. 6* detailkart Mastukrogen—Næverhaugen.

Pl. IV. Fauskeidet—Øinæs—Leifsøet.

- Fig. 7*, tverprofiler over Fauskeidets dolomit-marmor - kalksten - kvartsskifer-drag; no. 1 over Dypvik, no. 2 over Kvitblik, no. 3 efter Tveraabækken, no. 4 lidt nord for Tortenli; cfr. fig. 2, no. 7—10; no. 5 over Løgallen.
- Fig. 8*, tverprofiler over Øinæs-tangen og Øinæs-halvøen; no. 1 over Lund, no. 2 mellem Lund og Knurvik, no. 3 over Knurvik, no. 4 over Øinæs; cfr. fig. 2, no. 12—14.
- Fig. 9*, kartskitse med profiler over Leifsøetodden; fig. 9, no. 1—2 cfr. fig. 2, no. 17—18.

Pl. V. Sulitjelma kistfelt.

- Fig. 15*, kartskitse over Langvand kistfelt (Salten); fig. 15, a & b længdesnit langs nord- og sydsiden af vandet (fig. 15, a fortsættelse af fig. 2, no. 22); fig. 15, no. 1—6 tværsnit lodret paa vandet.
- Fig. 16*, schematisk angivende lagstillingen ved Langvand.
- Fig. 17*, længde- og tverprofil ved Furulund grube (Ss.gb. = Saussuritgabbro); fig. 17, b en del af sidstnævnte tverprofil, i første ret maalestok.
- Fig. 18 og 19*, detailtegninger fra Furulund grube (det mørke = kis).
- Fig. 20*, detailtegnning ved grænsen af østre Furulund saussuritgabbro-kuppe (a massiv saussuritgabbro; b flaser-gabbro og c stærkt skifrig flaser-gabbro; d mellemlid mellem flaser-gabbro og hornblendeskifer; e zoisit-hornblendeskifer, med meget lidt zoisit; f hornblendeskifer; g glimmerskifer).
- Fig. 21*, profil over Klubben saussuritgabbro-kuppe.

Pl. VI. Ranen.

- Fig. 23*, kartskitse over Dunderlandsdalen og Langvand.
- Fig. 24*, profiler over Dunderlandsdalens jernglimmer-skifer; no. 1 over Dunderland gaard, no. 2 over Eiteraafjeldet (A)—Urtfjeldmo; no. 3 over Tørbækmo (T) og langs Stilvasaen; no. 4 over Vesteraali.
- Fig. 25*, detailprofiler, cfr. fig. 24, no. 1—3.
- Fig. 26*, profil langs Langvandet, fra Hammarnæs til Ormli.
- Fig. 27*, detailprofil over Fuglevik-feltet.
- Fig. 28*, kartskitse over Bosmo kistfelt (side 106—112); med længdeprofil efter leiestedets strøg og profil efter projekteret bremsebane; med tverprofil ved H og fra stollmundingen til fjorden.
- Fig. 29*, kartskitse over Sørranen (Lervikbugt—Elvsfjorden—Sørfjorden).
- Fig. 30*, profiler, no. 1 over Svalengen kistforekomst; no. 2 over Svalengen gaard; no. 3 over Røsaar (Mula) og søstsiden af Sørfjorden; no. 4 over Røsaar; no. 5 fra Granhatten sæter til Korgen kirke.
- Fig. 31*, profiler over Røsaarens marmor-drag, no. 1 ved Røsaar og no. 2 ved Røsaar.

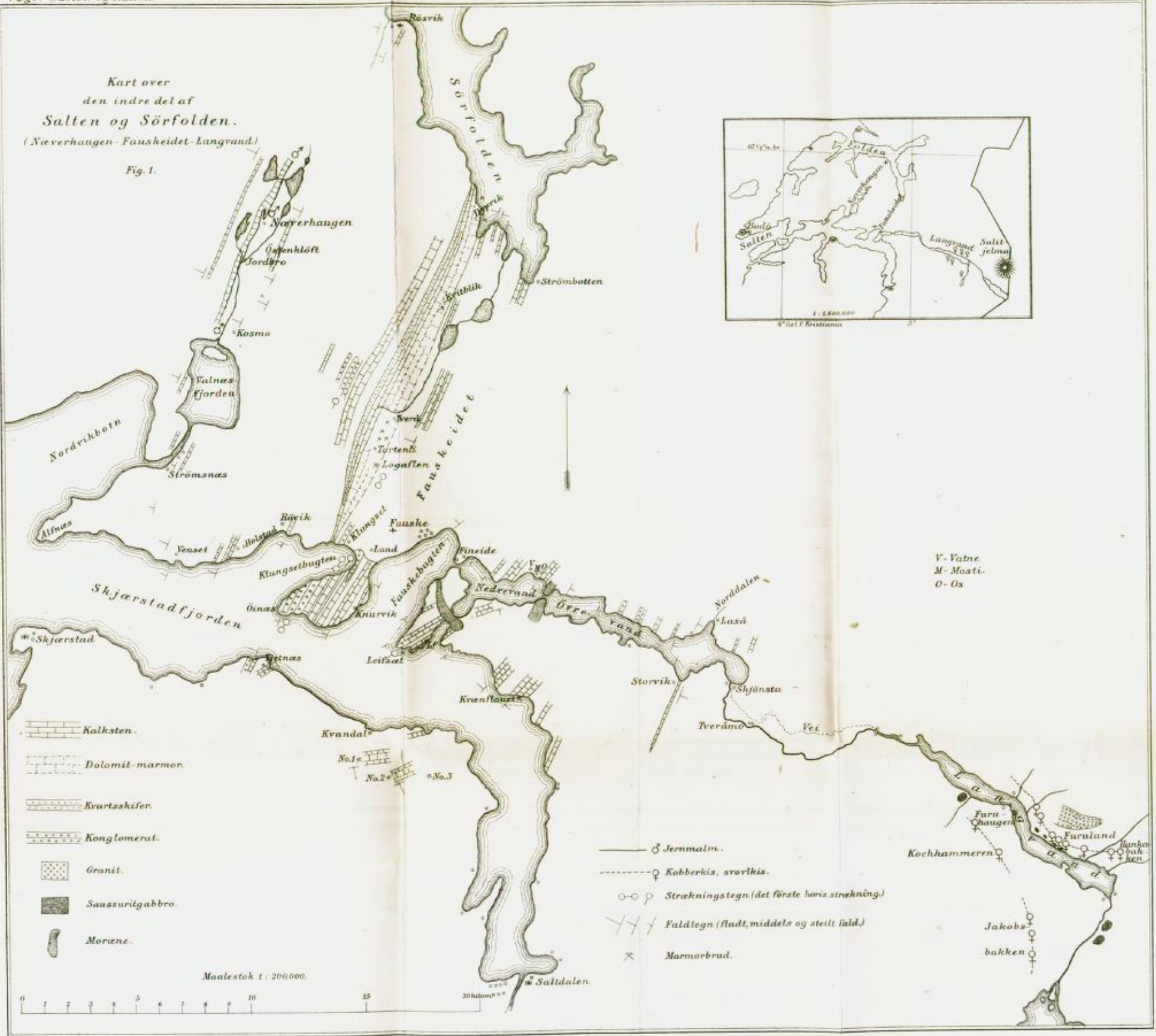
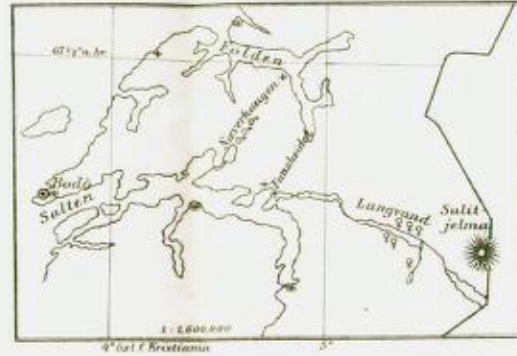
Trykfeil. Side 13 er maalestok for fig. 1 angivet til 1 : 250.000 istedenfor til 1 : 200.000.

Indholdsfortegnelse.

	Side.
Indledning (med literatur-oversigt)	5
Salten	10
Foreløbig orienterende bemærkninger om fjeldbygningen	10
Nøverhaugens jernglans-felt	13
Skiferpartiet mellem Nøverhaugen og Fauskeidets marmor-kalk-lag	26
Den indre del af Skjærstad- og Foldenfjordene (Fauskeidets dolomit-marmor; Øineshalvøen og den søndre del af Fauskeidets; Øinæs-konglomerat; Fauske-Fineidstrømmen-Nedrevand; Leifsøtoden; sydsiden af Skjærstadfjorden; Sørfolden; Øvrevand-Langvand)	29
De forskellige kalksten- og marmor-varieteteters kemiske og mineralogiske sammensætning (Kalksten; dolomit-marmor; rød marmor; rød-hvid-broget marmor. Kornstørrelse; tvillingameller; struktur)	45
Tilbageblik	61
Sulitjelma-feltets skifergruppe (med granitfelt; Sulitjelma gabbro)	68
Kisfeltet ved Langvand („Sulitjelma kislelt“) (med zoisit-amfibolit, „saussuritgabbro“ og zoisit-amfibol-skifer, ved kistniveauet)	79
Ranen	93
Dunderlandsdalen-Langvand-Bosmo	93
Jernglimmer-skiferen (jernmalmen) i Dunderlandsdalen og ved Langvand (med Fuglestrand i Sørranen, s. 101)	97
Bosmo-svovkislelt	106
Sørranen (Lervikbugten-Elvsfjorden-Sørfjorden) (med Svalengens kisleforekomst, s. 117)	112
De nordlandske jernglimmer-skiferes og jernmalm-leiers geologi	119
Sedimentationen af de i den cambriske og i den øvre del af den archæiske formation hjemmehørende magnetit- og jernglans-forekomster, med typus Dannemora-Persberg-Norberg-Grängesberg og Arendal-Kragers-Nøverhaugen-Dunderlandsdal	125
Om dannelsen af de i vore regionalmetamorfoserede siluriske (og cambriske?) skifere hjemmehørende kisleforekomster, med typus Langvand-Røros-Foldal-Ytterøen osv.	156
Om de nordlandske marmor-felter og marmorens tekniske anvendelse (Tillæg, om dolomit- og kalkspath-marmors strukturforholde)	183
De nordlandske jernmalm-forekomsters tekniske betydning	198
Langvand kislelt	204
Resumé (in deutscher Sprache)	206
Til plancherne	230

Kart over
den indre del af
Salten og Sørfolden.
(Næverhaugen-Fausheidet-Langvand)

Fig. 1.



V-Valne
M-Mosti.
O-Os

- Kalksten.
- Dolomit-marmor.
- Kvartskifer.
- Konglomerat.
- Granit.
- Saussuritgabbro.
- Moræne.

- Jernmalm.
- Kobberkis, svorthis.
- Striekningstegn (det første horiz strækning).
- Faldtegn (fladt, middels og steilt fald).
- Marmorbrud.

Maalestok 1 : 200,000.

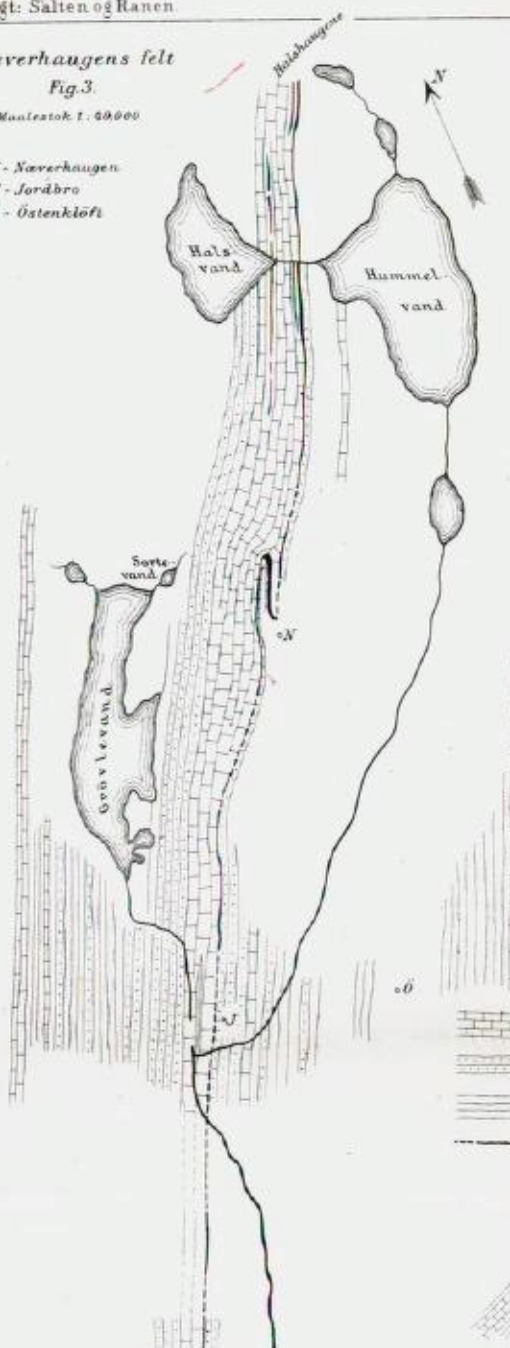


Næverhaugens felt

Fig. 3.

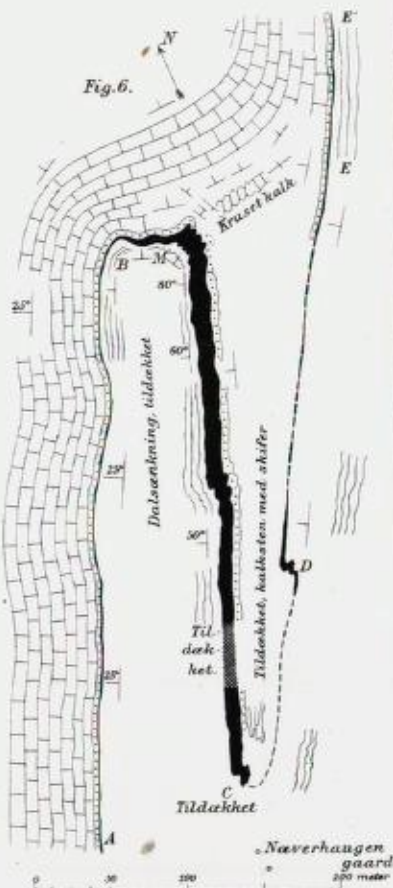
Maalstok 1:40000

N - Næverhaugen
 J - Joråbro
 Ø - Østenkløft

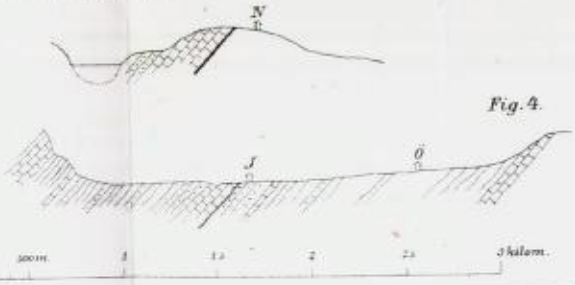


Malmleiet fortsetter
 fremdeles ca. 2 1/2 kilom.
 mod Valtres fjorden.

Fig. 6.

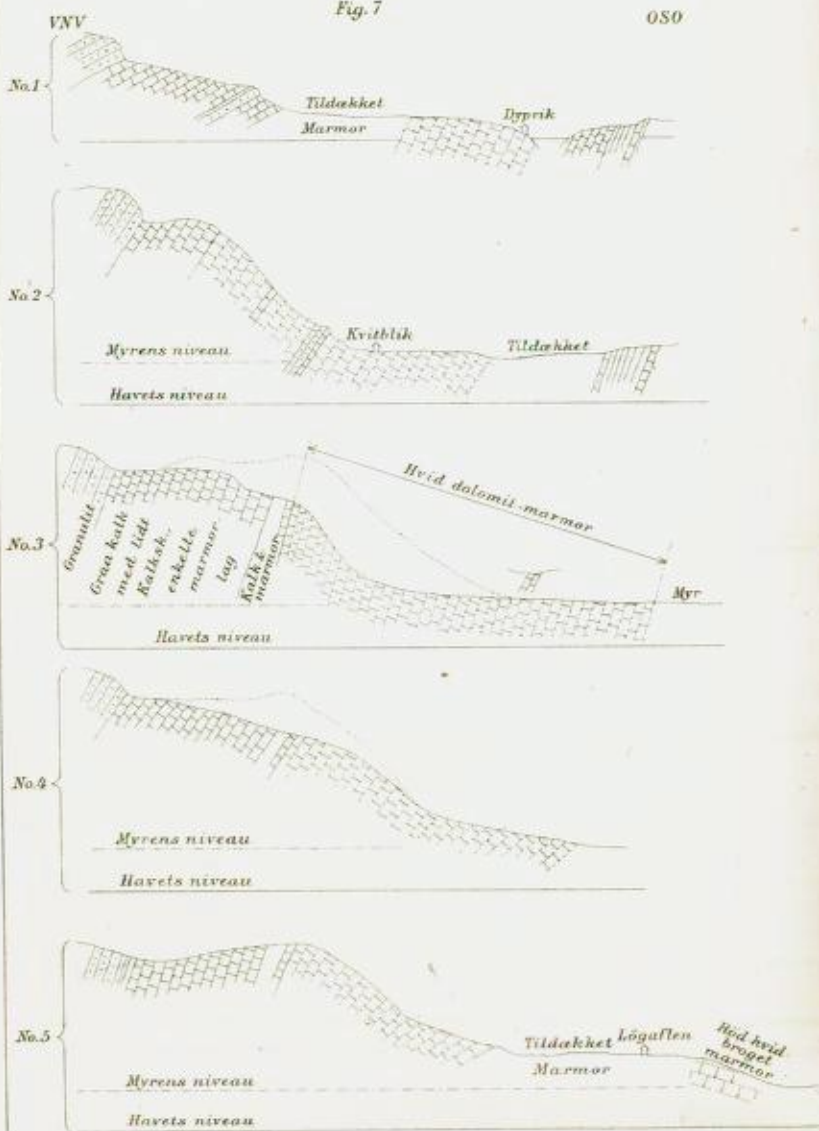


- Kalksten
- Kvartsek., Granulit
- Glimmersk., gneis
- Jernmalmleie



Fauskeidets kalk-marmor-lag.

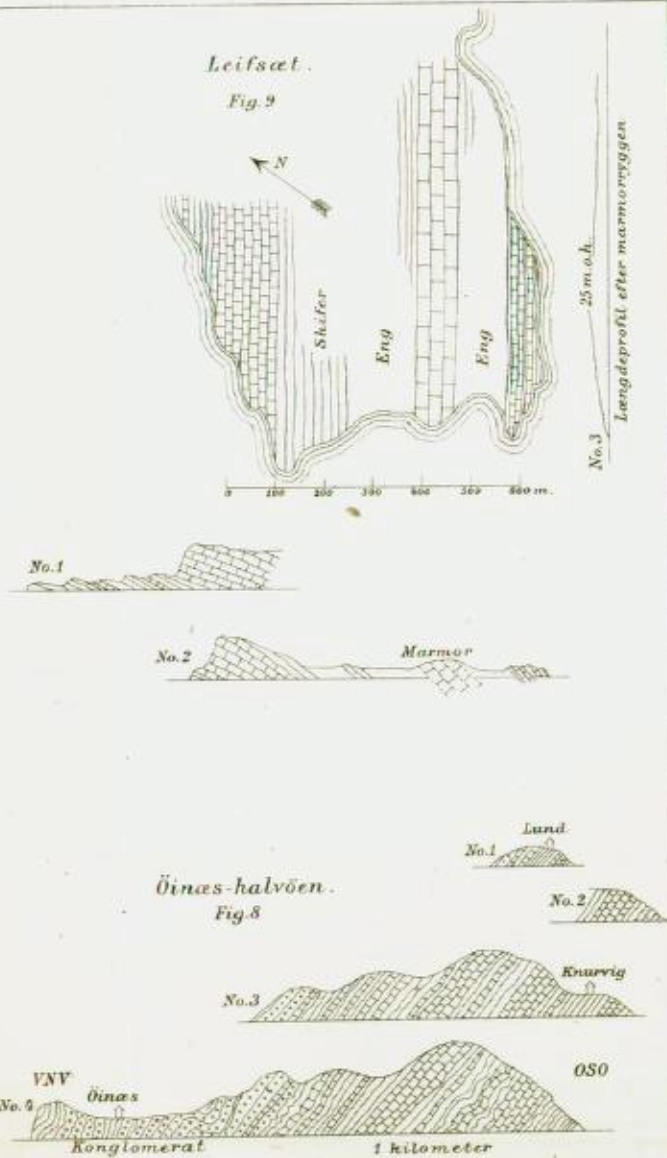
Fig. 7



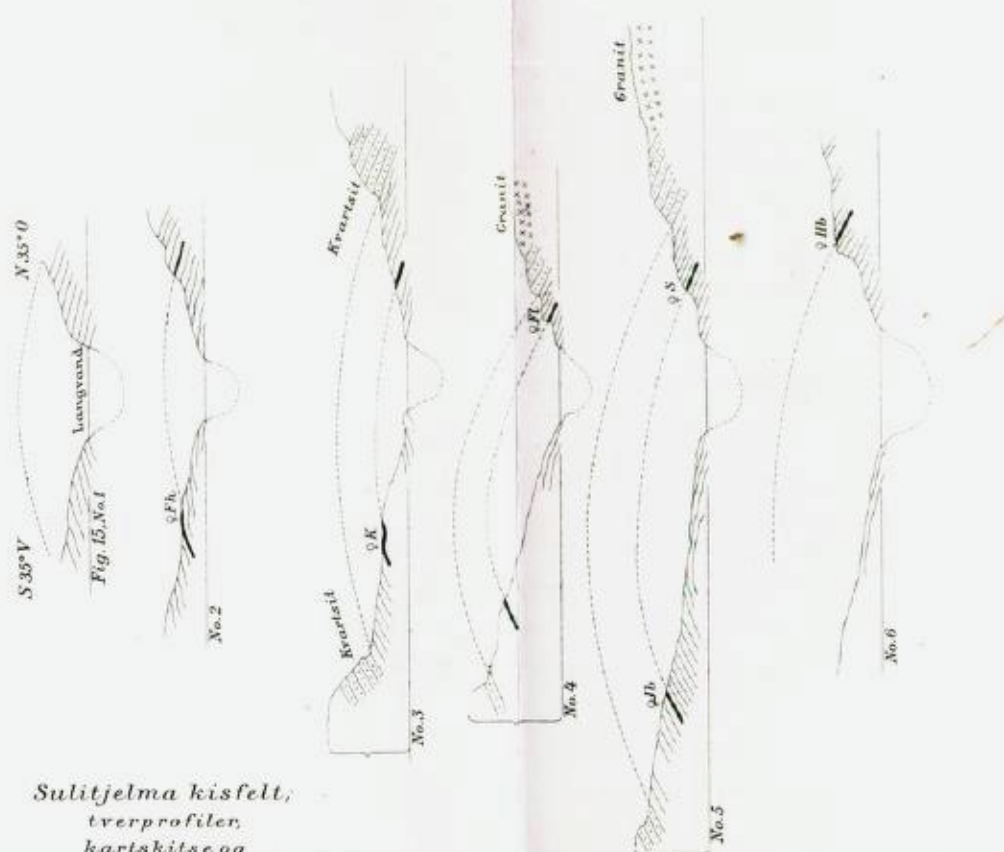
(Høiden dobbelt saa stor som længden)

Leifsæt.

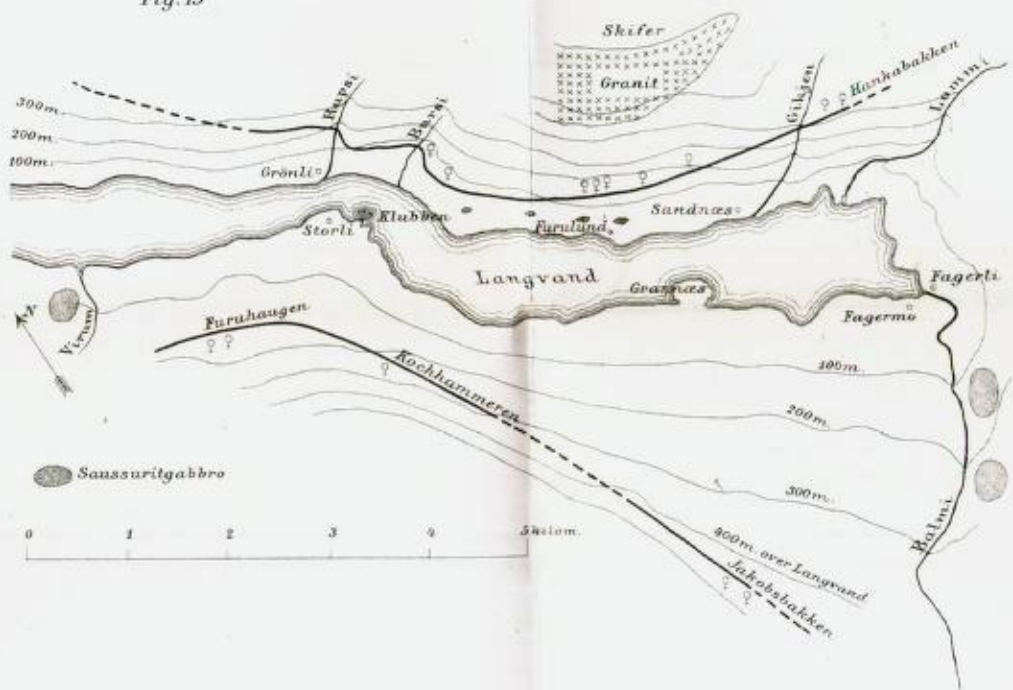
Fig. 9



No. 3
Længdeprofil efter marmorryggen
25 m. o. h.



Sulitjelma kisfelt,
tverprofiler,
kartskitse og
langdeprofiler.
Fig. 15



Lagstillingen ved Langvånd,
schematiseret
Fig. 16



Furalund grubefelt,
langdeprofil og tverprofil.
Fig. 17

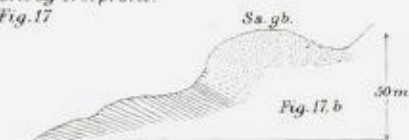


Fig. 18.



Fig. 19.

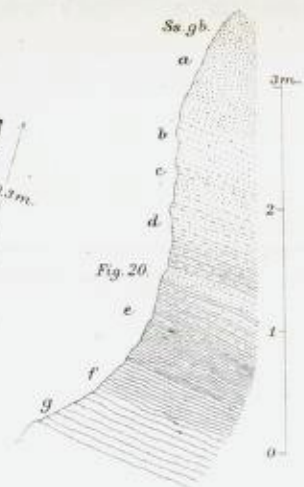


Fig. 20.



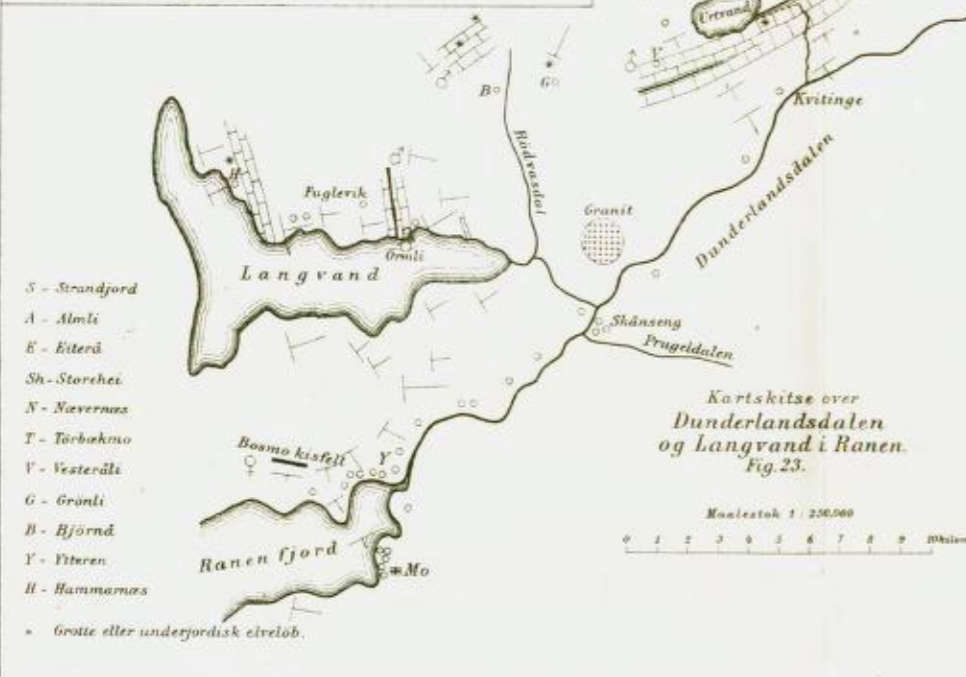
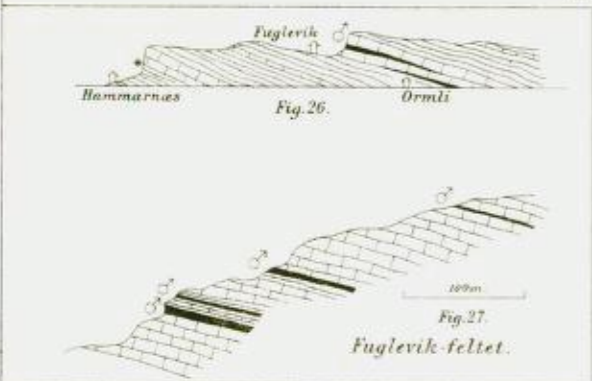
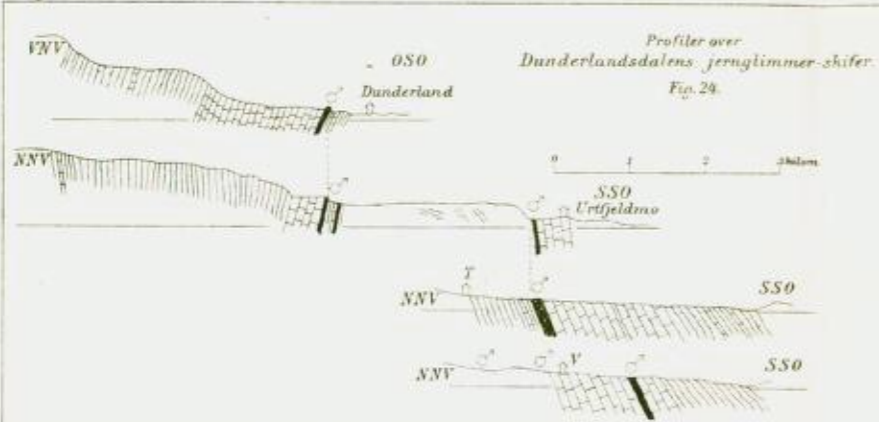
Fig. 15, No. a



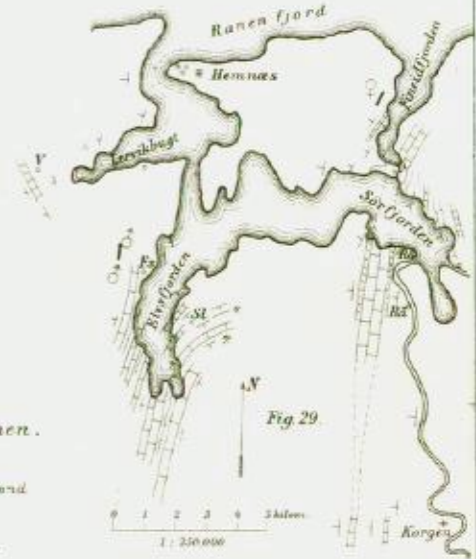
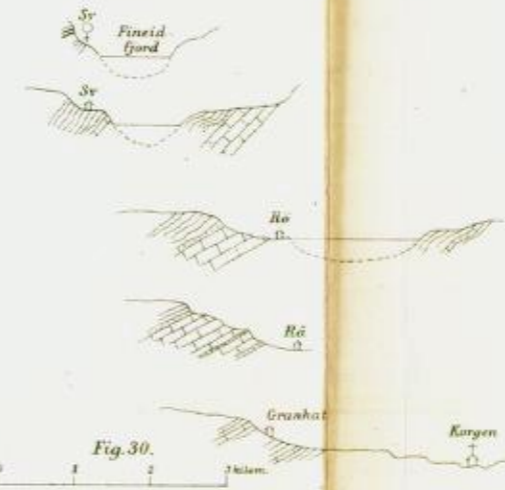
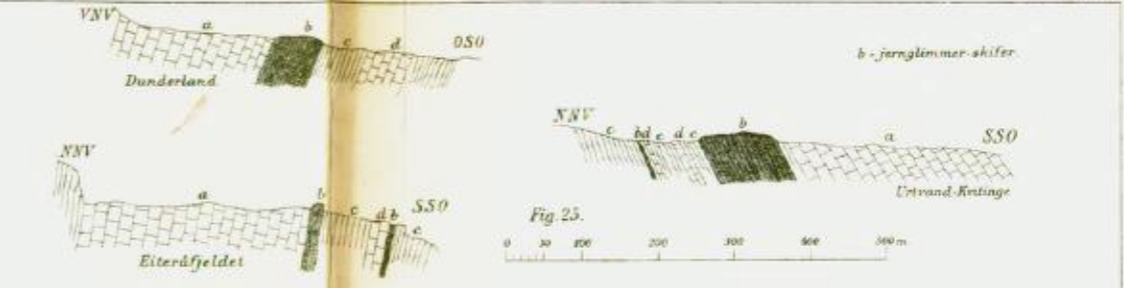
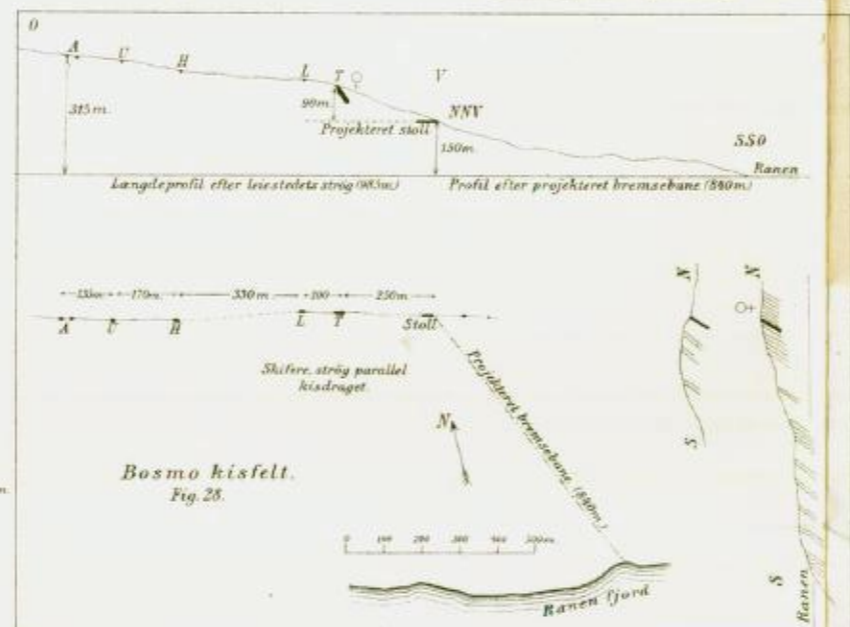
Fig. 15, No. b



Klubben.
Fig. 21.



- S - Strandfjord
 - A - Almlí
 - E - Eiterå
 - Sh - Storehei
 - N - Nøvernes
 - T - Tørbakmo
 - V - Vesteråli
 - G - Grønli
 - B - Björnd
 - Y - Ytteren
 - H - Hammarnæs
- * Grøtte eller underjordisk cireløb.



- Sørranen.
- V - Vednag
 - E - Eiteråtrond
 - Sl - Seljeli
 - Rø - Røsåar
 - Rå - Røså
 - F - Fineide

